

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Materiais e Construção

Frederico Viana Santos

**Estudo de viabilidade de utilização de argamassa projetada em
edificações**

Belo Horizonte
2024

Frederico Viana Santos

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSA
PROJETADA EM EDIFICAÇÕES**

Versão Final

Monografia de especialização apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Construção Civil.

Área: Engenharia Civil

Orientador(a): Cristiane Machado
Parisi Jonov

Belo Horizonte
2024

Santos, Frederico Viana.
S237e Estudo de viabilidade de utilização de argamassa
projetada em
 edificações / Frederico Viana Santos. – 2024.
 1 recurso online (26 f. : il., color.) : pdf.

Orientadora: Cristiane Machado Parisi Jonov.

 Monografia apresentada ao Curso de Especialização
em
 Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG.

 Bibliografia: f. 24-26.

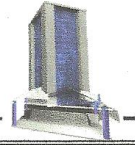
 Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

 1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Edificações. 4. Argamassa.
5. Projetos de engenharia. 6. Canteiro de obras. 7. Custo econômico.
8. Eficiência industrial. I. Parisi Jonov, Cristiane Machado. II. Universidade
Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 69

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Ângela Cristina Silva - CRB-6/2361

Biblioteca Prof. Mário Werneck - Escola de Engenharia da UFMG



ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: **FREDERICO VIANA SANTOS**

MATRÍCULA: **2023674381**

RESULTADO

Aos 29 dias do mês de fevereiro de 2024 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

"ESTUDO DE VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSA PROJETADA EM EDIFICAÇÕES"

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 90-----

CONCEITO: A-----

BANCA EXAMINADORA:

Nome

Prof. Dr. Cristiane Machado Parisi Jonov

Assinatura

Cristiane Machado
Parisi:89497244649

Assinado de forma digital por
Cristiane Machado
Parisi:89497244649
Dados: 2024.03.01 12:45:01 -03'00'

Nome

Prof. Dr. Adriano de Paula e Silva

Assinatura

Adriano de Paula e
Silva:36512460600

Assinado de forma digital por
Adriano de Paula e
Silva:36512460600
Dados: 2024.03.01 12:45:46 -03'00'

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA NA ÁREA DE "TECNOLOGIA E GESTÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO"

Belo Horizonte, 29 de fevereiro de 2024

Antônio Neves
de Carvalho
Júnior

Assinado de forma digital
por Antônio Neves de
Carvalho Júnior
Dados: 2024.03.04
18:29:10 -03'00'

Coordenador do Curso

Nome: Frederico Viana Santos

Título: Estudo de viabilidade de utilização de argamassa projetada em edificações

Monografia de especialização apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Construção Civil.

Banca examinadora:

Nome, Titulação - Vinculação Institucional (Orientadora)

Julgamento: _____

Nome, Titulação - Vinculação Institucional (Banca examinadora)

Julgamento: _____

Belo Horizonte, 30 de janeiro de 2024

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) por proporcionar um ambiente acadêmico tão enriquecedor e inspirador ao longo da minha jornada acadêmica.

Aos professores e funcionários da UFMG, meu profundo reconhecimento pela dedicação e compromisso com a excelência no ensino e na pesquisa. Suas orientações, insights e apoio foram fundamentais para o meu crescimento intelectual e pessoal.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, apoiando-me incondicionalmente em todos os momentos, agradeço por seu amor, encorajamento e compreensão.

Agradeço também aos meus colegas de classe e amigos, que compartilharam comigo suas ideias, experiências e desafios, tornando esta jornada ainda mais significativa e memorável.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e para minha trajetória na UFMG. Este momento marca não apenas o fim de uma etapa, mas também o início de novos desafios e conquistas. Que este trabalho possa contribuir de forma significativa para o avanço do conhecimento em nossa área e para o bem-estar da sociedade.

RESUMO

O tema abordado neste trabalho é a comparação entre o uso do Sistema Matrix para argamassa projetada e o método convencional manual, focando na análise da viabilidade e impacto nas operações de canteiro na construção civil. O objetivo principal é avaliar a eficácia, economia e logística envolvidas em ambos os métodos de aplicação de argamassa em projetos de construção. A metodologia adotada envolveu a divisão de uma área de fachada de um edifício em Belo Horizonte em duas partes iguais de 1300m², sendo uma parte submetida ao método tradicional manual e a outra ao Sistema Matrix. Foram coletados dados referentes aos custos, tempo de execução e qualidade do revestimento para ambas as abordagens. A análise se concentrou na comparação dos custos totais, tempo de aplicação e eficiência do trabalho entre os métodos. Os resultados revelaram uma redução significativa nos custos devido ao uso do Sistema Matrix, conforme demonstrado por Giribola (2014). A economia financeira foi notável, atingindo até 33% nos custos brutos do empreendimento. Além disso, houve uma redução substancial no tempo necessário para o revestimento vertical, passando de 45 para 10 dias, conforme observado pelo diretor da empresa, Wanderley Silva Fonseca. Ao avaliar as conclusões, tornou-se evidente que o Sistema Matrix não apenas oferece vantagens em termos de economia de custos, mas também impacta positivamente a logística de canteiro. A eliminação da necessidade de equipamentos para elevação de materiais, juntamente com a eficiência na aplicação, resulta em economia de tempo, mão de obra e recursos. Isso não só otimiza a execução do projeto, mas também pode ser crucial em prazos apertados, permitindo entregas mais rápidas e redução de custos. Em síntese, a utilização do Sistema Matrix para argamassa projetada demonstrou vantagens significativas sobre o método convencional manual. A economia de custos foi substancial, enquanto a melhoria na logística de canteiro, graças à eliminação da necessidade de equipamentos de elevação, trouxe eficiência adicional ao processo de construção. Esta abordagem moderna não só oferece economia financeira, mas também impacta positivamente a dinâmica e eficiência dos canteiros de obras, estabelecendo-se como uma alternativa viável e vantajosa para projetos na construção civil.

Palavras Chave: Argamassa projetada, Sistema Matrix, Economia de custos, Logística de canteiro, Eficiência na construção.

Abstract

This study compares the use of the Matrix System for spray-applied mortar with the traditional manual method, focusing on the feasibility and impact on construction site operations. The primary objective is to evaluate the effectiveness, cost savings, and logistics of both mortar application methods in construction projects. The methodology involved dividing a 1300m² facade area of a building in Belo Horizonte into two equal parts, with one part using the traditional manual method and the other using the Matrix System. Data on costs, execution time, and coating quality were collected for both approaches. The analysis focused on comparing total costs, application time, and work efficiency between the methods. Results showed significant cost reductions with the Matrix System, as demonstrated by Giribola (2014), with financial savings reaching up to 33% of the project's gross costs. Additionally, there was a substantial reduction in the time required for vertical coating, from 45 to 10 days, as noted by the company's director, Wanderley Silva Fonseca. Conclusions revealed that the Matrix System offers not only cost savings but also positively impacts site logistics. The elimination of material lifting equipment, combined with efficient application, results in savings in time, labor, and resources. This not only optimizes project execution but also proves crucial for tight deadlines, allowing faster delivery and cost reduction. In summary, the use of the Matrix System for spray-applied mortar showed significant advantages over the traditional manual method. The cost savings were substantial, while the improvement in site logistics, thanks to the elimination of lifting equipment, brought additional efficiency to the construction process. This modern approach offers financial savings and positively impacts the dynamics and efficiency of construction sites, establishing itself as a viable and advantageous alternative for construction projects.

Keywords: Spray-applied mortar, Matrix System, Cost savings, Site logistics, Construction efficiency.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
3.1 ARGAMASSA CONVENCIONAL.....	10
3.1.1 CHAPISCO	11
3.1.2 EMBOÇO.....	11
3.1.3 REBOCO	12
3.2 ARGAMASSA PROJETADA	12
4. TÍTULO DO CAPÍTULO PRÁTICO	13
4.1 SELEÇÃO DO ENTREVISTADO.....	13
4.2 ESTRUTURA DA ENTREVISTA	14
4.3 SISTEMA MATRIX E ARGAMASSA	16
4.3.1 Vantagens do Sistema Matrix	16
4.3.2 Vantagens do Sistema Matrix	18
4.3.3 Desvantagens do Sistema Matrix	18
4.3.4 Argamassas	19
4.4 LOGÍSTICA DE CANTEIRO	21
4.5 CUSTOS E CRONOGRAMA	22
5. CONCLUSÃO	25

1. INTRODUÇÃO

O caminho da modernização da construção civil, assim como todas as ramificações delas, vem trazendo grandes evoluções para todas as disciplinas. As inovações de mercado, produtos e metodologias podem apresentar grandes impactos no canteiro de obras. Uma delas e apresentada neste artigo é a utilização de argamassa projetada para reboco e emboço. O método que no início parecia audacioso, se mostrou bastante eficaz, trazendo modificações nas disposições de canteiro e logística, assim como aceleração de avanço de cronograma físico, melhorias no aproveitamento do material, avanços em relação a qualidade do serviço executado e em alguns casos se mostrou mais econômico.

Por ser tratar de um método que exige menos mão de obra para execução de um mesmo pano, a problemática de obter maior quantidade de mão de obra é solucionada por vez, por outra, é necessário a qualificação desta mesma mão de obra executora, tendo em vista que este processo exige mais manuseio de equipamentos mecânicos, com isso, menos interferência humana nos processos e maior padronização dos resultados.

Por se tratar de um método mais veloz, qualidade que vem sendo procurada cada vez mais pelas construtoras devido ao grande número de incorporações sendo promovidas e aquecimento do mercado imobiliário, este método se mostra adequado para empreendimentos construídos com alvenaria estrutural e construções convencionais (Viga, pilar e alvenaria de vedação). A produtividade diária pode ser até 3 vezes maior dependendo das condições apresentadas no canteiro, impactando em uma significativa redução de prazo de execução.

Apesar de haver vários outros métodos construtivos hoje em dia, onde muito deles não se faz necessária a aplicação de argamassa para reboco e emboço, em certos empreendimentos a opção por estruturas que necessitam deste serviço, fica sendo necessária, muitas vezes para ter uma maior aceitação dos seus clientes e outras por falta de mão de obra específica para execução de métodos inovadores.

Este artigo tem como objetivo, analisar e comparar o processo de aplicação de argamassa projetada em edificações, verificar se o processo traz muitas

benefeitorias para toda obra em si, observando, custo de mobilização, mão de obra, material e outros.

O trabalho justifica-se por apresentar em uma etapa muito comum em praticamente todas as obras de edificações, questões sempre ventiladas e trazidas para as discussões de planejamento de obra, a utilização de argamassa projetada ou argamassa convencional.

Este estudo pode ser utilizado como ferramenta para a verificação de viabilidade do tipo de argamassa, pontos que devem ser levados em consideração no momento da escolha, boas práticas dos métodos construtivos, problemas recorrentes em um estudo de caso que devem ser estudados para melhor eficiência do processo.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Analisar e comparar o processo de aplicação de argamassa projetada em edificações, verificar se o processo traz muitas benfeitorias para toda obra em si, observando, custo de mobilização, mão de obra, material e outros.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar a disponibilidade de mão de obra e maquinários exclusivos para a aplicação da argamassa projetada;
- Analisar custos e comparar com o método convencional;
- Verificar benefícios trazidos para o canteiro de obras;

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Argamassa convencional

As argamassas são os revestimentos mais comuns e tradicionais, sendo que em praticamente toda obra são utilizadas. Ainda é o revestimento mais apropriado para proteger alvenarias internas e externas, sejam de vedação ou estruturais (SALGADO, 2014).

A NBR 13281 (2005), define argamassa como: “Mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos,

com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada)”.

Segundo Fasolo (2020) os revestimentos de argamassas são os mais comuns e tradicionais utilizados na construção civil, materiais nos quais são responsáveis por vedar alvenarias internas e externas. As aplicações desses produtos são realizadas de forma manual por grande parte do país, o que necessita de uma mão de obra qualificada para garantir uma boa qualidade de aplicação.

O processo de execução convencional ou manual deve seguir a sequência de camadas propostas no sistema de revestimento, obedecendo ainda as regulamentações previstas pela NBR 7200 (1998).

3.1.1 Chapisco

Segundo Salgado (2014) o Chapisco é a primeira camada do revestimento aplicada diretamente sobre a alvenaria, numa espessura que varia de 5 a 7 mm, com a finalidade de proporcionar melhor aderência para a camada seguinte. Consiste numa argamassa de traço 1:3 (volume) de cimento e areia média cuja aplicação se faz com colher de pedreiro ou equipamento de projeção apropriado.

O chapisco visa fornecer ao substrato uma textura rugosa e porosa, interferindo positivamente na aderência do revestimento argamassado à base. Esse também regula a sucção do substrato, diminuindo a intensidade da passagem de água da argamassa de revestimento para a base. Para cumprir com as especificações desejadas, a espessura do chapisco deve ser de aproximadamente 5 mm (BAUER, 2005).

3.1.2 Emboço

O emboço tem a finalidade de regularizar a superfície da alvenaria, preenchendo os eventuais vazios e, principalmente, corrigir distorções encontradas no prumo quando da execução da alvenaria (SALGADO, 2014).

De acordo com a NBR 13749 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação, os emboços podem ser executados com os seguintes acabamentos da superfície: a) sarrafeado, se houver posterior aplicação de reboco, ou b) sarrafeado ou desempenado, se houver posterior revestimento de placas cerâmicas (ABNT, 2013b).

3.1.3 Reboco

Bauer (2005) cita o reboco como a camada de revestimento que cobre o emboço, proporcionando uma superfície pronta para receber revestimento decorativo, ou permanecer como acabamento final. A espessura dessa camada deve ser apenas o necessário para formar uma superfície lisa e contínua.

Segundo Salgado (2014), o reboco é aplicado normalmente com uma desempenadeira de madeira e o acabamento ou alisamento final da superfície é feito com o auxílio de uma desempenadeira provida de espuma.

3.2 Argamassa projetada

O sistema de projeção de argamassas é denominado como o conjunto de equipamentos utilizados para realizar desde atividades relacionadas ao recebimento dos materiais no canteiro (no caso de armazenamento de argamassa em silos) até aplicação da argamassa no substrato. Esses sistemas são denominados de projeção por via seca e por via úmida (ZANELATTO, 2012)

A projeção mecanizada de argamassas permite a execução de chapisco e a aplicação do emboço ou camada única, agilizando a produção dos revestimentos verticais de argamassa de cimento, permitindo a redução de mão-de-obra e de desperdícios, como também uma maior uniformidade de características do produto final, quando bem-utilizada (BAUER, 2005).

Segundo Boes (2017) As argamassas industrializadas têm sido desenvolvidas especificamente para esse uso, e suas propriedades reológicas, em princípio, permitem promover alterações na técnica tradicional de execução do revestimento, visando facilitar sua execução.

De acordo com Bertini (2002) no processo por via úmida, pelo qual as argamassas são projetadas, todos os constituintes da argamassa ou do concreto, inclusive a água, são misturados inicialmente. A mistura é colocada na câmara do equipamento e transportada por uma bomba de cavidade progressiva, pelo mangote até o bico de projeção, onde recebe ar comprimido e é então projetado em alta velocidade. Contudo a adoção de métodos para aplicação de argamassa projetada é capaz de propiciar benefícios para a construção civil, diminuindo a necessidade de grandes quantidades de trabalhadores, indo de encontro à escassez de mão de obra qualificada no setor da construção civil.

Segundo Bauer (2005) no sistema de aplicação mecanizado, utilizam-se em geral argamassas industrializadas, constituídas basicamente de cimento, agregado(s) e aditivos, adiciona-se a quantidade de água necessária à mistura e ao adequado bombeamento da mesma. Os principais equipamentos usados atualmente para projeção são os projetores com recipiente acoplado e as bombas de argamassa com misturador acoplado.

4. TÍTULO DO CAPÍTULO PRÁTICO

Nesta seção, descreveremos a abordagem metodológica utilizada para coletar dados relevantes sobre a utilização da argamassa projetada em uma edificação específica. A metodologia inclui entrevistas com um Engenheiro Sênior, responsável técnico que participou ativamente de projetos de construção com este método.

4.1 Seleção do Entrevistado

Para obter informações detalhadas sobre a utilização da argamassa projetada, identificamos e selecionamos um profissional experiente que atuou como responsável técnico de várias edificações que utilizaram o método de argamassa projetada em seus projetos. O entrevistado possui ampla expertise na área de construção civil, com ênfase em aplicação de argamassa projetada.

Atuante no mercado desde 2005, o entrevistado forneceu informações e dados sobre uma edificação em questão situada na cidade de Brasília, onde foi

utilizado o método de argamassa projetada para execução da etapa de reboco e emboço da edificação.

4.2 Estrutura da entrevista

Foi realizada uma entrevista com o entrevistado para coletar dados qualitativos e informações específicas sobre a aplicação da argamassa projetada no projeto da edificação. As perguntas da entrevista foram projetadas para abranger os seguintes tópicos:

- 1. Contexto do Projeto:** Obtivemos informações sobre o tipo de edifício, sua finalidade, localização geográfica e datas de início e conclusão do projeto.
- 2. Seleção e Características da Argamassa:** Investigamos o tipo de argamassa projetada utilizada, incluindo sua composição, marca e características técnicas.
- 3. Razões para a Escolha da Argamassa Projetada:** Exploramos as motivações por trás da escolha da argamassa projetada em vez de métodos de revestimento convencionais.
- 4. Desafios e Preparação da Superfície:** Coletamos informações sobre os desafios encontrados durante a aplicação da argamassa projetada e as medidas de preparação da superfície adotadas.
- 5. Processo de Aplicação:** Descrevemos em detalhes o processo de preparação e aplicação da argamassa projetada, incluindo a técnica utilizada e o uso de equipamentos específicos.
- 6. Controle de Qualidade:** Investigamos os procedimentos de controle de qualidade implementados durante a aplicação, incluindo testes e medições.
- 7. Desempenho e Satisfação:** Avaliamos o desempenho da argamassa projetada na edificação em relação a critérios de qualidade e resistência, bem como a satisfação do cliente.

Após a coleta de dados por meio da entrevista, os resultados serão analisados qualitativamente para identificar tendências e padrões. A análise dos dados incluirá a categorização das informações coletadas e a interpretação dos resultados em prol dos objetivos de pesquisa.

É importante notar que esta pesquisa se baseia em informações fornecidas por um único entrevistado e em um projeto de construção específico, o que pode limitar a generalização dos resultados. No entanto, a expertise do entrevistado e o estudo de caso fornecerão uma visão valiosa sobre a utilização da argamassa projetada na construção civil.

A edificação alvo deste estudo é uma estrutura residencial com características específicas: 6 pavimentos tipo e 1 pavimento de cobertura, com estrutura em concreto armado e fechamentos em alvenaria de tijolo cerâmico. Essas características servem como contexto fundamental para a análise da aplicação da argamassa projetada.

A argamassa utilizada no projeto em questão foi identificada como "Argamassa para reboco projetado Votorantim", aplicada com o sistema Matrix. O sistema compreende um silo de armazenamento de 4 a 5 toneladas, um sistema de bombeamento e um misturador.

Foi constatado que o uso do silo para armazenamento da argamassa trouxe desafios logísticos significativos. O engenheiro sênior destacou que a logística de reabastecimento e distribuição da argamassa para a mão de obra foi um dos maiores desafios, enfatizando a necessidade de planejamento eficiente.

Os principais motivos que levaram à escolha da argamassa projetada em vez de métodos convencionais foram relacionados à logística e eficiência no canteiro de obras. A argamassa projetada não requer grandes espaços para armazenamento de materiais e facilita o transporte vertical e horizontal.

Antes da aplicação da argamassa projetada, o engenheiro sênior explicou que medidas de preparação da superfície foram adotadas, incluindo a execução de chapisco para melhor aderência. A aplicação da argamassa projetada envolveu o uso de um silo, bombeamento da argamassa e mistura no pavimento em que o revestimento foi executado.

Durante a aplicação, o controle de qualidade foi realizado com a presença de um técnico do fornecedor de argamassa, que fazia visitas periódicas. Os principais critérios de desempenho incluíram a planicidade, regularização e ausência de fissuras no revestimento.

Segundo o engenheiro sênior, a utilização da argamassa projetada proporcionou uma maior produtividade, consistência e homogeneidade no

revestimento, bem como uma maior trabalhabilidade da argamassa. Como recomendação para outros profissionais, ele destacou a importância de programar o reabastecimento do silo e a necessidade de curar o revestimento após a aplicação.

No que diz respeito ao custo e ao cronograma, o engenheiro sênior observou que, embora os custos iniciais tenham sido ligeiramente maiores em comparação com o sistema convencional, a diferença se refletiu positivamente no resultado final. A argamassa projetada proporcionou uma significativa economia de custos e avanço no cronograma, dispensando a necessidade de elevadores cremalheira ou dispositivos de transporte vertical e horizontal.

Esta metodologia reflete a abordagem adotada para compreender e analisar a utilização da argamassa projetada na obra, com foco nos aspectos logísticos, técnicos e econômicos que moldaram a escolha e o desempenho desse método de revestimento em um contexto específico.

4.3 Sistema Matrix e Argamassa

4.3.1 Vantagens do Sistema Matrix

O sistema Matrix para argamassa projetada é uma solução técnica utilizada na construção civil para otimizar a aplicação de revestimentos em superfícies. Este método se destaca por suas etapas bem definidas, suas vantagens notáveis, mas também pelas limitações inerentes.

O sistema envolve o uso de um silo de armazenamento que contém a argamassa projetada. O silo é um recipiente de grande capacidade que armazena uma quantidade considerável de argamassa, geralmente de 4 a 5 toneladas. Essa capacidade permite um abastecimento contínuo e reduz a necessidade de recargas frequentes (VOTORANTIM, 2023).



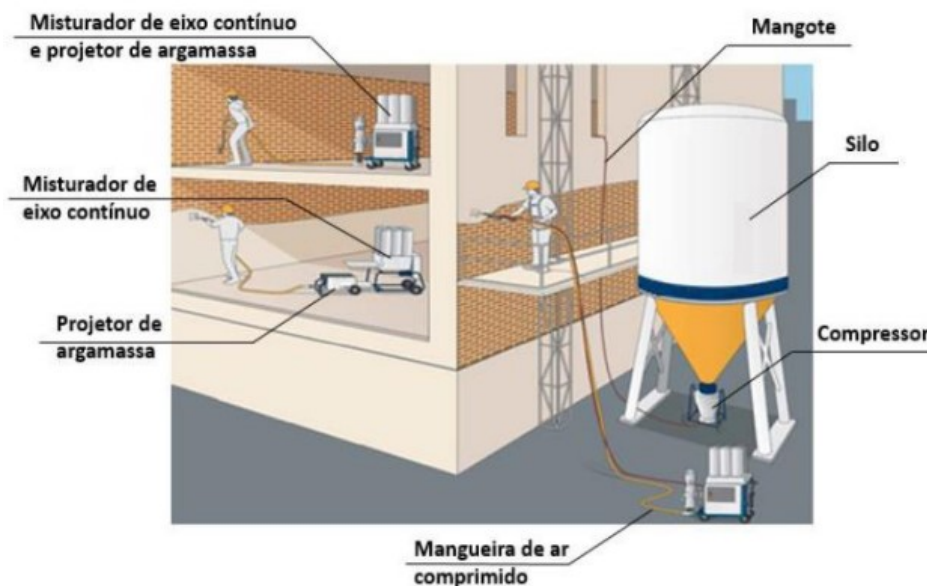
Fonte: Votorantim, 2023

A argamassa armazenada no silo é bombeada para o local de aplicação por meio de um sistema de bombeamento. Esse processo proporciona um transporte eficiente da argamassa, minimizando o trabalho manual e a necessidade de carregar materiais de forma pesada.

No pavimento em que o revestimento será aplicado, o sistema é equipado com um misturador que garante que a argamassa seja preparada na consistência adequada antes da aplicação. Isso contribui para a uniformidade e qualidade do revestimento.

A integração de um silo, sistema de bombeamento e misturador facilita a distribuição da argamassa para a mão de obra. A argamassa projetada é entregue de forma eficiente no local de trabalho, economizando tempo e esforço.

O sistema geralmente é acompanhado por um técnico do fornecedor de argamassa, que realiza visitas periódicas ou sob demanda para monitorar e manter a qualidade do processo de aplicação.



Fonte: Henrique, 2016.

4.3.2 Vantagens do Sistema Matrix

- 1 - Redução de Desperdícios: O armazenamento controlado no silo minimiza a contaminação e o endurecimento prematuro da argamassa, reduzindo perdas de material.
- 2 - Maior Consistência: A mistura in loco garante que a argamassa esteja na consistência adequada, resultando em um revestimento mais homogêneo.
- 3 - Eficiência: A aplicação controlada agiliza o processo e reduz a dependência de trabalho manual, aumentando a produtividade.
- 4 - Menor Esforço Físico: O sistema alivia a mão de obra de tarefas físicas desgastantes, tornando o trabalho mais ergonômico.

4.3.3 Desvantagens do Sistema Matrix

- 1 - Logística Complexa: A necessidade de planejar com precisão o reabastecimento do silo representa um desafio logístico significativo.
- 2 - Custo Inicial Maior: O investimento inicial para a instalação do sistema Matrix pode ser superior em comparação com métodos convencionais.

3 - Manutenção Necessária: O sistema requer manutenção regular para garantir o bom funcionamento, o que pode aumentar os custos a longo prazo.

4 - Dependência de Fornecedores: A presença de um técnico do fornecedor durante a execução pode criar uma dependência significativa em relação ao fornecedor da argamassa.

Em resumo, o sistema Matrix para argamassa projetada oferece eficiência e qualidade notáveis na aplicação de revestimentos, mas também apresenta desafios logísticos e custos iniciais que merecem atenção. A decisão de adotar esse sistema em um projeto deve levar em consideração a natureza do projeto, as condições do canteiro de obras e os objetivos específicos de qualidade e produtividade (HENRIQUE, 2016).

4.3.4 Argamassas

A qualidade e o desempenho desse sistema estão ligados à escolha das argamassas utilizadas. Estas argamassas desempenham um papel crucial na garantia de um revestimento de alta qualidade, durabilidade e eficácia. (VOTORANTIM, 2023).

A seguir, exploramos as principais características das argamassas empregadas no Sistema Matrix:

4.3.4.1 Composição e Características Fundamentais

As argamassas projetadas utilizadas no Sistema Matrix são formulações especiais projetadas para atender às demandas específicas da aplicação. Elas normalmente incluem os seguintes componentes:

1 - Cimento: O cimento é o principal aglutinante da argamassa e confere resistência mecânica ao revestimento.

2 - Areia: A areia é responsável por melhorar a trabalhabilidade da argamassa e contribuir para a aderência à superfície.

3 - Aditivos: Aditivos são frequentemente incorporados para melhorar a aderência, plasticidade e durabilidade da argamassa. Além disso, esses aditivos podem contribuir para a resistência a fissuras, redução da retração e aumento da aderência à superfície.

4 - Fibras: Em algumas formulações, fibras podem ser adicionadas para aumentar a resistência a impactos e minimizar a formação de fissuras.

4.3.4.2 Preparação e Mistura

As argamassas utilizadas no Sistema Matrix passam por um processo rigoroso de preparação e mistura. Antes da aplicação, a argamassa é cuidadosamente misturada para garantir a consistência adequada e a uniformidade dos componentes. Isso é realizado no local de trabalho, garantindo que a argamassa esteja pronta para a projeção.

4.3.4.3 Características de Aplicação

Uma das características distintivas das argamassas empregadas no Sistema Matrix é a sua capacidade de aderência e trabalhabilidade. Essas argamassas são formuladas para serem aplicadas com equipamentos de projeção, garantindo uma distribuição uniforme e controlada do revestimento. A aplicação controlada contribui para a obtenção de uma superfície de alta qualidade, com planicidade e regularidade.

4.3.4.4 Controle de Qualidade

Durante a aplicação, é comum a presença de um técnico do fornecedor de argamassa para acompanhar e garantir a conformidade com os padrões de qualidade. Isso envolve a realização de testes de aderência e a verificação do desempenho do revestimento.

As argamassas utilizadas no Sistema Matrix são uma parte crucial desse método de aplicação de revestimentos. Sua composição, preparação, características de aplicação e controle de qualidade desempenham um papel vital na obtenção de resultados de alta qualidade em projetos de construção civil. A escolha adequada das argamassas e a garantia de que atendam às especificações do projeto são essenciais para a eficácia do Sistema Matrix na aplicação de argamassa projetada.

4.4 Logística de canteiro

A logística de canteiro desempenha um papel fundamental na eficácia da aplicação de argamassa projetada no Sistema Matrix. A utilização de silos de armazenamento para a distribuição controlada de argamassa, requer um planejamento cuidadoso e uma logística bem elaborada para garantir o suprimento contínuo de material, o cumprimento de prazos e a eficiência da obra (VOTORANTIM, 2023).

O centro da logística de canteiro é o silo de armazenamento. Esse recipiente de grande capacidade mantém a argamassa pronta para uso, permitindo um fluxo contínuo durante a aplicação. Para garantir a disponibilidade constante de argamassa, o reabastecimento do silo é essencial.

O reabastecimento do silo pode representar um desafio significativo na logística do canteiro. É necessário planejar com precisão o agendamento de entregas de argamassa para evitar interrupções no processo de aplicação. A falta de material no silo pode resultar em atrasos na obra, enquanto o excesso de material pode levar ao desperdício. Portanto, a programação eficiente de reabastecimento é crucial.

O controle de estoque desempenha um papel vital na logística do canteiro. Manter um registro preciso do volume de argamassa disponível no silo e das necessidades de reabastecimento é fundamental para evitar situações de escassez ou excesso. É importante manter um equilíbrio para otimizar os recursos e minimizar custos.

A seleção de fornecedores de argamassa confiáveis é uma parte essencial da logística do canteiro. Estabelecer parcerias sólidas com fornecedores que possuam

um histórico de entrega pontual e qualidade consistente é crucial para garantir o sucesso do Sistema.

A logística de canteiro no Sistema Matrix requer monitoramento constante e a capacidade de adaptação. As condições no canteiro, como a demanda de aplicação, o consumo de argamassa e as condições climáticas, podem variar. Portanto, é essencial ter a flexibilidade para ajustar os planos de reabastecimento conforme necessário.

Em resumo, a logística de canteiro e o reabastecimento são componentes críticos para a implementação bem-sucedida do Sistema Matrix de argamassa projetada. Um planejamento eficiente, a colaboração com fornecedores confiáveis e um controle rigoroso de estoque são essenciais para garantir o suprimento contínuo de argamassa, reduzir custos e atender aos prazos de construção. A logística de canteiro eficaz é um fator-chave na obtenção dos benefícios desse sistema inovador na construção civil.

4.5 Custos e Cronograma

Este estudo tem como objetivo analisar a viabilidade da implementação da argamassa lançada mecanicamente em projetos de construção civil, especificamente em relação ao revestimento de fachadas. A comparação entre o método tradicional de aplicação de argamassa e a aplicação mecanizada será realizada com base em um caso real fornecido pela empresa BLW Construtora e Incorporadora, que executou um edifício em Belo Horizonte (GIRIBOLA, 2014).

A metodologia adotada para avaliar a viabilidade do uso da argamassa lançada mecanicamente envolve a divisão da área de fachada a ser revestida em duas partes iguais, totalizando 1300 m² cada. Uma das áreas receberá o revestimento por meio do método tradicional, enquanto a outra área será revestida utilizando equipamentos de projeção.

Seleção da Edificação de Estudo: A empresa BLW Construtora e Incorporadora será o ponto focal deste estudo, fornecendo informações detalhadas sobre um edifício de 923,57 m² de área construída, com torre única, seis pavimentos, oito unidades e dezesseis vagas de garagens.

A área de fachada a ser revestida será dividida igualmente em duas partes, cada uma com 1300 m². Uma parte será submetida ao método tradicional de aplicação de argamassa, enquanto a outra parte receberá a aplicação mecanizada.

Serão coletados dados relacionados ao custo de materiais, custo de mão de obra, tempo de execução e qualidade do revestimento para ambas as áreas.

Os resultados obtidos na aplicação mecanizada e na aplicação tradicional serão comparados em termos de custos totais, tempo de execução e qualidade do revestimento.

Com base na análise dos resultados, a viabilidade da implementação da argamassa lançada mecanicamente em projetos de construção civil será avaliada em relação à economia de custos, eficiência de tempo e qualidade do trabalho.

A abordagem comparativa mostrada por Giribola (2014) neste estudo permitirá avaliar as vantagens e desvantagens do uso da argamassa lançada mecanicamente em relação ao método tradicional, considerando as particularidades do projeto da BLW Construtora e Incorporadora. Os dados coletados e a análise resultante fornecerão dados valiosos para profissionais da construção civil e empreendedores que desejam adotar essa técnica inovadora em seus projetos.

Tabulação 1: Fachada com argamassa projetada

Descrição	Un	Quant.	Custo Unitário		Custo total	
			Material	M.O	Material	M.O
Argamassa industrializada para chapisco	m ³	7,0	R\$ 298,00	-	R\$ 2.086,00	-
Argamassa industrializada para emboço	m ³	61,0	R\$ 298,00	-	R\$ 18.178,00	-
Taxa de bombeamento para chapisco	m ²	1300,0	-	R\$ 5,00	-	R\$ 6.500,00
Taxa de bombeamento para emboço	m ²	1300,0	-	R\$ 11,00	-	R\$ 14.300,00
Mão de obra para sarrafejar e acertar as quinas da edificação (quatro pedreiros)	Dia	7,0	-	R\$ 398,55	-	R\$ 2.789,85
Mão de obra para colocação das taliscas na fachada para recebimento da argamassa projetada (quatro pedreiros)	Dia	3,0	-	R\$ 398,55	-	R\$ 1.195,65
Mão de obra para custo administrativo da obra	Dia	10,0	-	R\$ 303,03	-	R\$ 3.030,30
Andaime fachadeiro, metálico, modular, tubular com diagonal em xis de travamento	Dia	10,0	R\$ 97,50	-	R\$ 975,00	-
Água	m ³	6,6	R\$ 13,50	-	R\$ 89,10	-
Energia elétrica	kWh	181,5	R\$ 0,70	-	R\$ 127,05	-
Custo total (R\$)					R\$ 21.455,15	R\$ 27.815,80
Custo total geral (R\$)						R\$ 49.270,95

Tabulação 1 – Fonte: Giribola (2014)

Tabulação 2 – Fachada com argamassa chapada a mão

Descrição	Un	Quant.	Custo Unitário		Custo total	
			Material	M.O	Material	M.O
Areia lavada tipo média para produção de argamassa traço 1:3	m³	45,33	R\$ 55,00	-	R\$ 2.493,15	-
Cimento Portland CP II, saco de 50 kg para produção de argamassa traço 1:3	uni.	595	R\$ 17,90		R\$ 10.650,50	-
Mão de obra para movimentação interna de material - areia e cimento (dois ajudantes)	Dia	2	-	R\$ 137,00	-	R\$ 274,00
Mão de obra para chapar, sarrafear e acertar as quinas da edificação (quatro pedreiros)	Dia	45	-	R\$ 398,55	-	R\$ 17.934,75
Mão de obra para produção de argamassa (cinco ajudantes)	Dia	45	-	R\$ 342,50	-	R\$ 15.412,50
Mão de obra para operador de guincho	Dia	45	-	R\$ 80,95	-	R\$ 3.642,75
Mão de obra para operador de betoneira	Dia	45	-	-	-	R\$ -
Mão de obra para custo administrativo da obra	Dia	45	-	R\$ 80,95	-	R\$ 3.642,75
Andaime fachadeiro, metálico, modular, tubular com diagonal xis de travamento	Dia	45	R\$ 97,40	R\$ 303,03	R\$ 4.383,00	R\$ 13.636,35
Água	m³	30	R\$ 13,50	-	R\$ 405,00	-
Energia elétrica	kWh	825	R\$ 0,70	-	R\$ 577,50	-
Custo total (R\$)					R\$ 18.509,15	R\$ 54.543,10
Custo total geral (R\$)						R\$ 73.052,25

Tabulação 2– Fonte: Giribola (2014)

Observando os dados fornecidos por Giribola (2014), pode-se perceber uma diferença entre custos de aproximadamente R\$ 24.000,00 entre as duas. Mostrando que a utilização de argamassa projetada é mais barata.

Em resumo, conforme demonstrado por Giribola (2014), a empresa de construção alcançou uma diminuição de 33% no valor total quando se consideram apenas os custos iniciais do projeto. Além disso, de acordo com as declarações do diretor da organização, o período necessário para concluir o revestimento vertical foi reduzido de 45 para 10 dias.

5. CONCLUSÃO

A comparação entre o Sistema Matrix para argamassa projetada e o método convencional manual revela uma série de vantagens e desvantagens que vão além da economia de custos. Embora a redução de despesas seja um fator significativo, é importante reconhecer que o Sistema Matrix também traz benefícios valiosos na logística de canteiro, que vão muito além da simples economia financeira.

O uso do Sistema Matrix demonstrou, como indicado por Giribola (2014), mostrou uma notável redução nos custos brutos do empreendimento. Isso é devido a uma combinação de fatores, como a redução do desperdício de material, a economia de mão de obra e a eficiência na aplicação. No entanto, a economia financeira não é o único aspecto a ser considerado.

Uma das vantagens mais marcantes do Sistema é a simplificação da logística de canteiro. O armazenamento controlado no silo reduz a dependência de equipamentos de elevação para transportar materiais verticalmente, o que pode economizar custos significativos e despesas relacionadas. A aplicação mecânica proporciona uma distribuição precisa da argamassa, reduzindo a necessidade de mão de obra intensiva e, conseqüentemente, a logística de transporte e manuseio de materiais.

O uso do Sistema também se traduz em eficiência e redução de prazos. O tempo necessário para a execução do revestimento vertical é consideravelmente reduzido, como confirmado por Wanderley Silva Fonseca. Essa eficiência pode ser crítica em projetos onde os prazos são apertados, permitindo entregas mais rápidas e economia de recursos.

A análise comparativa entre o Sistema Matrix e o método convencional manual na aplicação de argamassa projetada revela que, embora a economia de custos seja um benefício importante, a logística de canteiro é igualmente crucial. A eliminação da necessidade de equipamentos de elevação para transporte vertical de materiais, juntamente com a eficiência na aplicação, pode resultar em economia de tempo, mão de obra e recursos. Esses benefícios combinados tornam o Sistema Matrix uma escolha atraente para projetos de construção que buscam aprimorar tanto a eficiência quanto a economia, destacando sua relevância na modernização do setor da construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, Henrique. Análise comparativa de argamassa projetada e manual – Estudo de caso. **Revista científica de engenharia - RECIEC**, Curitiba, n. 01, p.179-190, 2018.

BAUER, E. **Revestimentos de argamassa – características e peculiaridades**. LEMUnB; Sinduscon, Brasília, 2005.

BERTINI, A. A. **Estruturas tipo sanduíche com placas de argamassa projetada**. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2002.

BOES, Jeferson; BERTINI, Alexandre; TORRES, José. **Sistema de revestimento de Argamassa Projetada: um estuo envolvendo a cadeia produtiva**. 13f, 2017. Anais do 59 ° Congresso Brasileiro do Concreto, São Paulo, 2017.

CECHIN, Gabriela. **Análise de fatores que exercem influência na argamassa e no processo de projeção em revestimento de paredes**. 182f, 2017. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Escola de engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2017.

DELVINO, André. **Estudo da viabilidade técnica e econômica da inserção de argamassas projetadas mecanicamente**. 58f, 2016. Trabalho final de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade tecnológica Federal de Paraná, Pato Branco, 2016.

GIRIBOLA, Maryana. **Argamassa projetada X argamassa chapada à mão: Além do custo, qualidade do revestimento e tempo de execução foram as principais condicionantes para escolha de revestimento de fachada**. Construção Mercado, Ed. 158, set. 2014.

FASOLO, Fabricio; SILVA, Leandro; SANTOS, Jackson. **Dimensionamento, modelagem e simulação de uma máquina projetora de argamassa**, 14f, 2020.

Projeto final de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Uniamérica, Foz do Iguaçu, 2020.

LEME, Pedro. **Produtividade em obras: um estudo do processo executivo de argamassa projetada em Belo Horizonte, Minas Gerais**. 43f, 2014. Monografia (Especialização em construção civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

NBR 13281: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos**. ABNT. Rio de Janeiro, 2005.

NBR 13749: **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**. ABNT. Rio de Janeiro, 2013.

NBR 7200: **Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**. ABNT. Rio de Janeiro, 1998.

HENRIQUE, Caio. **Avaliação do Sistema Matrix para projeção de argamassa**. Trabalho final de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade católica de Brasília, Brasília, 2016.

PEREIRA, Lucas; ZOCCOLI, Nayane; MIRANDA, Nayara. **Revestimento de argamassa Projetada: Avaliação do emprego do sistema no mercado goianiense**. 104f, 2016. Trabalho final de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

PERETTO, Alessandra. **Argamassa projetada: Avaliação das propriedades no estado fresco e endurecido**. 80f, 2017. Trabalho final de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade tecnológica Federal de Paraná, Pato Branco, 2017.
SALGADO, J. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificação**, 3rd edição. Érica, São Paulo, 2014.

SOUZA, Luana; PIGOZZO, Tiago. **Estudo comparativo de produtividade e economia entre o serviço de revestimento de paredes executados em argamassa industrializada projetada e argamassa convencional**. 21f, 2016.

Trabalho final de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Paranaense, Campos de Toledo, 2016.

VOTORANTIM. **Apresenta linha de argamassas industrializadas e fichas técnicas.** Disponível em: <http://mapadaobra.com.br>. Acesso em 28 out. 2023. Apresenta sistema Matrix.

XAVIER, Gabriela; ALVES, Ruan. **Estudo de caso da viabilidade do reboco interno projetado.** 25f, 2018. Trabalho final de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2018.

ZANELATTO, K. C. **Avaliação da Influência da Técnica de Execução no Comportamento dos Revestimentos de Argamassa Aplicados Com Projeção Mecânica Contínua.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.