

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS



CAMPUS GOIÂNIA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL HENRIQUE CARVALHO MONTEIRO

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA NO CANTEIRO
DE OBRAS**

GOIÂNIA – GO

2025



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Gabriel Henrique Carvalho Monteiro

Matrícula: 20191011050356

Título do Trabalho: Estudo da eficiência da argamassa industrializada no canteiro de obras

Autorização - Marque uma das opções

1. (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia-GO, 26/09/2025.
Local Data

Gabriel Henrique Carvalho Monteiro

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

GABRIEL HENRIQUE CARVALHO MONTEIRO

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA NO CANTEIRO
DE OBRAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Goiás, Campus Goiânia.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinícius
Araújo da Silva Mendes

GOIÂNIA – GO

2025

M775c Monteiro, Gabriel Henrique Carvalho.
Estudo da eficiência da argamassa industrializada no canteiro de obras / Gabriel Henrique Carvalho Monteiro. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2025.
51 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinicius Araújo da Silva Mendes.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Engenharia Civil, Departamento de Áreas Acadêmicas III, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

1. Argamassas de revestimento. 2. Argamassas industrializados. 3. Argamassas convencionais. 4. Construção civil - revestimentos. I. Mendes, Vinicius Araújo da Silva (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. III. Título.

CDD 691.5

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Alisson de Sousa Belthodo Santos CRB1/ 2.266
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA NO CANTEIRO DE OBRAS GOIÂNIA – GO 2025**, sob orientação de Marcus Vinicius Araujo da Silva Mendes, apresentada pelo aluno **Gabriel Henrique Carvalho Monteiro (20191011050356)** do Curso **Bacharelado em Engenharia Civil (Câmpus Goiânia)**. Os trabalhos foram iniciados às **11:00** do dia **01/09/2025** pelo Professor presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Marcus Vinicius Araujo da Silva Mendes** (Presidente)
- **Matilde Batista Melo** (Examinadora Interna)
- **Giovane Batalione** (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

☒ Aprovado

☐ Reprovado

Nota : 7,0

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Marcus Vinicius Araujo da Silva Mendes** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marcus Vinicius Araujo da Silva Mendes** (975.007.631-15), em **01/09/2025 12:20:02** com chave **2172c342874711f0abb5005056a537a4**.
- **Giovane Batalione** (359.761.011-00), em **01/09/2025 12:23:32** com chave **9f06c808874711f09d99005056a537a4**.
- **Matilde Batista Melo** (711.721.141-53), em **01/09/2025 12:20:36** com chave **36205ef8874711f088bd005056a537a4**.

Este documento foi emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifg.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Ata de Projeto Final

Data da Emissão: 01/09/2025

Código de Autenticação: 35f27a



RESUMO

Este trabalho trata-se de um estudo a respeito da eficiência das argamassas de revestimento industrializadas em relação às argamassas convencionais fabricadas *in loco*. O objetivo principal é realizar uma revisão bibliográfica sobre as argamassas de revestimento, além de um estudo da viabilidade dos dois tipos de argamassa, considerando seus aspectos técnicos, logísticos e benefícios associados a cada um. A pergunta central da pesquisa é: Quais são as vantagens e desvantagens técnicas da utilização das argamassas de revestimento industrializadas e das argamassas convencionais fabricadas *in loco*? Para responder a essa questão, o estudo examinará os processos de produção, aplicação e desempenho associados a ambos os tipos de argamassa. Através deste estudo, será possível oferecer uma visão abrangente das opções disponíveis para engenheiros civis no que diz respeito às argamassas de revestimento. A escolha entre argamassas industrializadas ou fabricadas *in loco* pode ter implicações significativas em termos de eficiência do trabalho no local, qualidade do acabamento e durabilidade do revestimento.

Palavras-chave: argamassa industrializada; argamassa convencional; viabilidade técnica; logística.

ABSTRACT

This study investigates the efficiency of industrialized rendering mortars in comparison with conventional mortars produced on site. The primary objective is to conduct a comprehensive literature review on rendering mortars, complemented by an assessment of the feasibility of both types, taking into account their technical and logistical aspects, as well as the benefits associated with each. The central research question is: *What are the technical advantages and disadvantages of using industrialized rendering mortars as opposed to conventional mortars manufactured on site?* To address this question, the study examines the production processes, application techniques, and performance characteristics related to both mortar types. By means of this investigation, the study aims to provide a thorough overview of the available alternatives for civil engineers in the selection of rendering mortars. The decision between industrialized and on-site manufactured mortars can have substantial implications for on-site work efficiency, finishing quality, and the durability of the coating.

Keywords: industrialized mortar; conventional mortar; technical viability; logistics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Propriedades das argamassas.....	10
Figura 2 – Camadas de revestimento argamassado sob alvenaria.....	15
Figura 3 – Aderência ao substrato.....	30
Figura 4 – Interface entre substrato e argamassa.....	32
Figura 5 – Ruptura na interface substrato/argamassa.....	35
Figura 6 – Realização do ensaio de arrancamento.....	38
Figura 7 – Processos envolvidos na utilização das argamassas industrializadas.....	38
Figura 8 – Processos envolvidos na utilização das argamassas convencionais.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites para resistência, retenção de água e teor de ar incorporado.....34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características dos cimentos Portland.....	11
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	9
2.1. OBJETIVOS GERAIS.....	9
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1. DEFINIÇÃO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO	10
3.2. SISTEMA DE REVESTIMENTO	14
3.3. MASSA ESPECÍFICA E TEOR DE AR	17
3.4. TRABALHABILIDADE	22
3.5. RETENÇÃO DE ÁGUA	25
3.6. ADERÊNCIA	29
3.7. RESISTÊNCIA MECÂNICA.....	33
3.8. CARACTERÍSTICAS DAS ARGAMASSAS CONVENCIONAIS E INDUSTRIALIZADAS.....	36
3.9. DISCUSSÕES A RESPEITO DAS ARGAMASSAS.....	41
4. CONCLUSÃO	43
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas construtivos no setor da construção civil estão em constante desenvolvimento, aperfeiçoando técnicas e realizando estudos científicos em busca de melhorias na qualidade e produtividade. Atualmente, os sistemas de vedações mais comumente utilizados em edifícios são de revestimentos argamassados em alvenaria.

Os revestimentos argamassados têm sua utilização datadas desde a Idade Média, onde se utilizava uma mistura de cal e areia para revestir alvenarias de origem cerâmica (Ceotto, Banduk e Nakakura, 2005). Desde o surgimento do Cimento Portland sua composição e utilização mudaram significativamente, tanto devido ao avanço das tecnologias construtivas quanto aos estudos acerca do desempenho das argamassas.

Segundo Maciel, Barros e Sabbatini (1998), os revestimentos argamassados possuem funções de extrema importância construtiva, como fornecer proteção das ações diretas de agentes agressivos, auxiliar na vedação e desempenho termoacústico, regularizar a superfície dos elementos de vedação, dentre outros.

As argamassas podem ser utilizadas em:

1. Assentamento de alvenaria;
2. Revestimentos internos e externos;
3. Contrapisos;
4. Assentamento de pisos e rejuntamentos.

Os processos de produção das argamassas influenciam diretamente no resultado final, pois tratam-se de um sistema complexo com diferentes materiais utilizados na sua constituição, bem como diferentes processos de produção, podendo ser produzidos em obras, semiprontas fabricadas em indústrias ou fabricadas em usinas (Almeida *et al.*, 2013).

A utilização de argamassas produzidas *in loco* é bastante difundida atualmente, geralmente produzidas com um traço específico de água, cimento e areia, além da utilização de cal ou aditivo incorporador de ar. A correta dosagem e disposição dos materiais no canteiro de obras, bem como a qualidade dos materiais (mais especificamente a areia) gera preocupação no resultado final da argamassa.

As argamassas industrializadas, no entanto, passam por processos automatizados na sua produção, gerando um produto final padronizado. As

argamassas ensacadas fabricadas na indústria precisam apenas da adição de água quando utilizadas no canteiro de obras, diminuindo a quantidade de variáveis no resultado final.

A literatura existente sugere que as argamassas industrializadas apresentam vantagens em termos de controle de qualidade, produtividade e redução do impacto ambiental. No entanto, o custo desses materiais ainda é uma barreira para a sua adoção em larga escala. Além disso, a aplicação desses materiais requer treinamento especializado, o que pode ser um desafio em alguns contextos (Ribas, 2008).

Portanto, têm-se mostrado uma tendência crescente em direção à mecanização dos processos construtivos, buscando não apenas melhorar a eficiência do trabalho, mas também minimizar o desperdício de materiais e reduzir os custos gerais (Junior e Amaral, 2008).

Por outro lado, as argamassas convencionais fabricadas *in loco* têm como principal vantagem o baixo custo de produção e a possibilidade de ajuste da composição conforme as necessidades específicas do projeto. No entanto, estas apresentam desvantagens como a variação na qualidade do produto final decorrente da falta de padronização dos processos produtivos e o elevado índice de desperdício (Coutinho *et al.*, 2013).

Nesse contexto, torna-se relevante realizar uma revisão bibliográfica a respeito destas duas alternativas para identificar seus pontos positivos e negativos para diferentes condições de projeto e execução.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GERAIS

Realizar um estudo da eficiência, por meio de revisão bibliográfica, das argamassas de revestimento industrializadas em relação às convencionais fabricadas in loco.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar as características do sistema de revestimento em blocos cerâmicos utilizando argamassa industrializada;
- Identificar os fatores que influenciam o desempenho do sistema de revestimento, considerando propriedades no estado fresco e endurecido;
- Comparar as vantagens e desvantagens das argamassas industrializadas e convencionais, em termos de desempenho técnico e logístico;
- Contribuir para o estudo de viabilidade dos diferentes métodos de aplicação de argamassas em blocos cerâmicos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. DEFINIÇÃO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

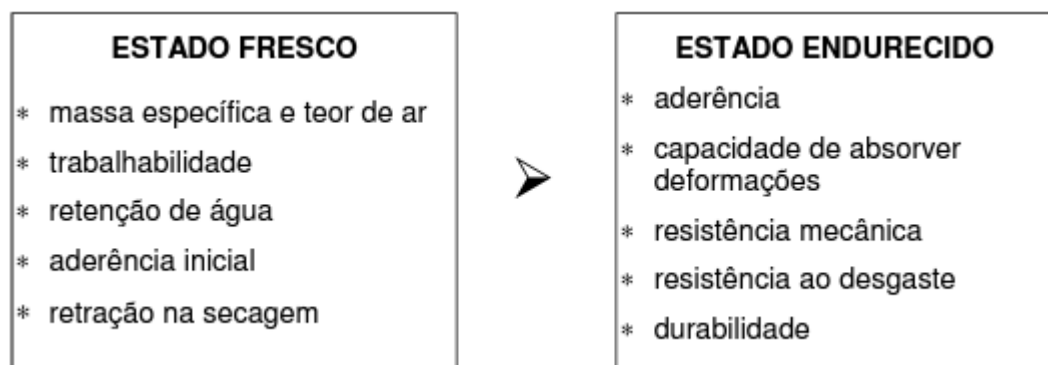
A NBR 13529 (2013, p. 6) define a argamassa de revestimento como “mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento”. Já um sistema de revestimento é definido, na mesma norma (NBR 13529, 2013, p. 2), como “conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo”.

Segundo Margalha (2008), as argamassas são produtos resultantes da mistura de um ligante, geralmente o cimento Portland e a cal, com água e agregado, e possui propriedades aglutinantes. A função do material ligante é aglomerar outros materiais, como a areia, modificando a estrutura química do composto e causando o endurecimento da pasta.

Segundo Dubaj (2000), quando acontece a mistura entre o aglomerante inorgânico e a água, a mistura é comumente chamada de pasta. Após a mistura da pasta com o agregado miúdo, obtêm-se a argamassa propriamente dita. A argamassa pode apresentar características diferentes de acordo com o tempo da mistura de seus componentes, podendo apresentar dois estados distintos: o estado fresco e o estado endurecido.

As principais propriedades das argamassas, nos estados fresco e endurecido, estão apresentadas a seguir:

Figura 1 – Propriedades das argamassas



Fonte: Maciel, Barros e Sabbatini (1998).

Atualmente utiliza-se o cimento como aglomerante inorgânico na argamassa, seja ela industrializada ou fabricada *in loco*. Têm-se diversos tipos de cimentos, de acordo com o processo de fabricação e o material adicionado, como por exemplo:

- Cimento Portland Comum – CP I;
- Cimento Portland Composto – CP II (com adições de escória de alto-forno, pozolana e filler);
- Cimento Portland de Alto Forno – CP III (com adição de escória de alto-forno, apresentando baixo calor de hidratação);
- Cimento Portland Pozolânico – CP IV (com adição de pozolana, apresentando baixo calor de hidratação);
- Cimento Portland de Alta Resistência Inicial – CP V (com maiores proporções de silicato tricálcico, que lhe confere alta resistência inicial e alto calor de hidratação).

Segundo a ABCP (2002), a resistência mecânica é a maior contribuição do cimento nas propriedades da argamassa. Além disso, contribui para a retenção de água e plasticidade, devido a finas partículas em sua composição.

Algumas características do cimento influenciam diretamente nas características finais da argamassa, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido. O índice de finura do cimento, por exemplo, é uma característica que indica o tamanho das partículas, que pode ser determinado através de ensaios pelo método de Blaine, regido pela NBR 16372. Além disso, a granulometria das partículas de cimento também se faz importante, e muda as características finais da argamassa (Quadro 1).

Quadro 1 - Relação entre propriedades das argamassas

Propriedade	Quanto mais fino	Quanto mais descontínua for a granulometria	Quanto maior o teor de grãos angulosos
Trabalhabilidade	Melhor	Pior	Pior
Retenção de água	Melhor	-	Melhor
Retração na secagem	Aumenta	Aumenta	-
Porosidade	-	Aumenta	-
Aderência	Pior	Pior	Melhor
Resistência mecânica	-	Pior	-
Impermeabilidade	Pior	Pior	-

Fonte: ABCP (2002)

O Quadro 1 apresentada resume a influência da granulometria e da forma dos grãos nos principais parâmetros de desempenho das argamassas. Nota-se que quanto mais fina a granulometria, melhor a trabalhabilidade e a retenção de água da argamassa, devido à maior área de contato entre as partículas e à maior capacidade de retenção de líquido na mistura. No entanto, essa finura também pode aumentar a retração na secagem e comprometer a impermeabilidade, resultando em uma argamassa mais suscetível a fissuras (Sabbatini, 1998; ABCP, 2002).

Por outro lado, granulometrias mais descontínuas tendem a reduzir a trabalhabilidade, pois dificultam o adensamento homogêneo da argamassa. Esse tipo de distribuição granulométrica também aumenta a porosidade e a retração na secagem, o que pode impactar negativamente na durabilidade do revestimento. Além disso, a aderência tende a ser prejudicada devido à menor área efetiva de contato entre os componentes da argamassa e o substrato (Paes, Carasek e Bauer, 2003; Carasek e Djanikian, 1996).

Já o aumento no teor de grãos angulosos favorece a aderência da argamassa, pois essas partículas proporcionam maior atrito interno e melhor travamento mecânico com a superfície de aplicação. Essa característica é particularmente desejável em contextos que exigem elevada resistência ao cisalhamento na interface com o substrato. Além disso, grãos angulosos também contribuem para a retenção de água, uma vez que criam microespaços na massa que retêm líquido por mais tempo durante o processo de cura (Moraes, 2021; Polito, Junior e Brandão, 2010).

Além dos aspectos granulométricos e do tipo de grão, a escolha dos agregados miúdos exerce influência significativa nas propriedades da argamassa. A areia, por exemplo, é o agregado mais comum, podendo ser natural ou artificial. Areias naturais, oriundas de rios, possuem grãos mais arredondados e, por isso, oferecem menor atrito interno, favorecendo a trabalhabilidade. Já as areias artificiais, produzidas por britagem, contêm grãos mais angulosos, o que melhora a aderência, mas pode prejudicar o manuseio da mistura (Maciel, Barros e Sabbatini, 1998).

Outro fator que deve ser considerado na formulação da argamassa é o tipo de aditivo utilizado. Aditivos incorporadores de ar, plastificantes, retenedores de água e hidrofugantes são comumente adicionados para ajustar as propriedades do material às condições específicas da obra. Segundo Bauer et al. (2013), os aditivos têm a função de melhorar a trabalhabilidade, reduzir o consumo de água, aumentar a durabilidade e diminuir a permeabilidade do revestimento.

A presença de aditivos incorporadores de ar, por exemplo, forma microbolhas no interior da argamassa, promovendo aumento da plasticidade e da retenção de água no estado fresco. Contudo, quando utilizados em excesso, podem comprometer a resistência mecânica no estado endurecido, além de aumentar a porosidade da mistura (Nakakura, 2003; Amancio, Moraes e Sousa, 2019). Por isso, é essencial que a dosagem seja cuidadosamente estudada.

A interface entre a argamassa e o substrato é uma região crítica do sistema de revestimento. O sucesso da aderência entre essas camadas está condicionado à rugosidade e à absorção do substrato, bem como ao preparo prévio da superfície. O uso do chapisco é uma prática comum para melhorar a aderência, criando uma superfície rugosa e uniforme, que favorece o ancoramento mecânico da argamassa (Scartezini et al., 2002).

No que tange aos mecanismos de aderência, Carasek e Djanikian (1996) explicam que a interação física e mecânica ocorre predominantemente por meio do intertravamento dos produtos de hidratação do cimento, como a etringita, nos poros da base cerâmica. A formação desses compostos durante a cura permite uma ligação sólida entre os materiais, sendo fundamental para a durabilidade do sistema de revestimento.

A escolha entre argamassas industrializadas e argamassas fabricadas in loco também impacta diretamente na qualidade do revestimento. Enquanto as primeiras apresentam maior controle de qualidade e padronização, as segundas são mais suscetíveis à variabilidade de traço e condições de mistura. Segundo Ribas et al. (2008), o uso de argamassas industrializadas pode reduzir o desperdício e otimizar o tempo de execução, apesar de apresentarem um custo inicial mais elevado.

As argamassas industrializadas também permitem um controle rigoroso sobre o teor de ar incorporado, a granulometria dos componentes e a proporção exata de cada material. Isso resulta em uma mistura mais estável e homogênea, com desempenho previsível e menos suscetível a patologias como fissuras e deslocamentos (Cirilo e Melo, 2018). Tal estabilidade é desejável especialmente em obras de grande porte, que exigem ritmo acelerado de execução.

No entanto, vale destacar que mesmo as argamassas industrializadas exigem cuidados no armazenamento e na aplicação. A exposição à umidade ou à radiação solar pode comprometer suas propriedades antes mesmo da utilização. Além disso, a

correta adição de água no canteiro é crucial para manter as características técnicas projetadas pelo fabricante (Ferreira, 2010).

A definição e a formulação da argamassa de revestimento devem estar alinhadas aos requisitos normativos e às condições específicas de cada projeto. Variáveis como tipo de alvenaria, clima local, tipo de acabamento e exigências de desempenho térmico e acústico devem ser considerados no momento da escolha do traço mais adequado. O entendimento das propriedades dos materiais e das interações entre eles é essencial para garantir a durabilidade e o desempenho do revestimento ao longo do tempo (ABCP, 2002; NBR 13529, 2013).

3.2. SISTEMA DE REVESTIMENTO

Segundo a NBR 13749 (2013), os revestimentos devem satisfazer às seguintes condições:

- Ser compatível com o acabamento decorativo (pintura, papel de parede, revestimento cerâmico e outros);
- Ter resistência mecânica decrescente ou uniforme, a partir da primeira camada em contato com a base, sem comprometer a sua durabilidade ou acabamento final;
- Ser constituído por uma ou mais camadas superpostas de argamassas contínuas e uniformes;
- Ter propriedade hidrofugante, em caso de revestimento externo de argamassa aparente, sem pintura e base porosa. No caso de não se empregar argamassa hidrofugante, deve ser executada pintura específica para este fim;
- Ter propriedade impermeabilizante, em caso de revestimento externo de superfícies em contato com o solo;
- Resistir à ação de variações normais de temperatura e umidade do meio, quando externos.

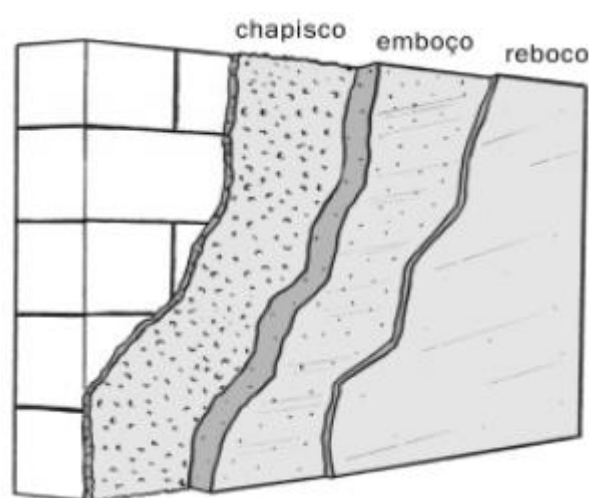
De acordo com a NBR 13529 (2013), página 03, o emboço é a “camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final”.

A NBR 13529 (2013, p. 3) também define o reboco como “camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final”.

A argamassa deve ser aplicada sobre uma base ou substrato, que devem ser adequados para receber o revestimento. Bauer *et al.*, (2013) expressam a importância das propriedades mecânicas do substrato, pois influenciam diretamente nas características de suporte e ancoragem do revestimento. A porosidade e a textura do substrato são algumas das características fundamentais na aplicação da argamassa, pois influenciam na absorção de água e na aderência do revestimento, respectivamente.

Os sistemas de revestimentos de argamassa podem incluir uma ou mais camadas, podendo ser compostos por emboço e reboco, ou apenas uma camada única de reboco. A principal função do emboço é regularizar a superfície que deverá receber outra camada. Normalmente, o emboço emprega granulometria mais grossa que as demais camadas e é feito de modo a ter um acabamento de textura áspera (sarrafeado). Já o reboco é utilizado para cobrir o emboço, ou em uma camada única, e tem como função proporcionar uma superfície lisa, contínua e íntegra para receber o acabamento final (Bauer *et al.*, 2013).

Figura 2 – Camadas de revestimento argamassado sob alvenaria



Fonte: ABCP (2002).

Segundo Stolz (2015), é preciso avaliar a compatibilidade entre a argamassa e o substrato no qual será aplicada. No caso de aplicação sobre um substrato poroso,

ocorre perda de água da argamassa na interface substrato/argamassa, o que pode resultar em uma alteração da reologia inicial da argamassa. É necessário o contato entre a argamassa e o substrato para que ocorra interação entre eles. Além disso, o espalhamento da argamassa sobre o substrato depende de vários fatores, como a tensão superficial do substrato.

Além das camadas de emboço e reboco, o chapisco desempenha papel essencial em alguns sistemas de revestimento. Trata-se de uma camada preliminar, geralmente com traço de cimento e areia grossa, aplicada diretamente sobre o substrato com o objetivo de aumentar a rugosidade e promover a aderência das camadas subsequentes. Sua aplicação é especialmente recomendada em superfícies lisas ou de baixa porosidade, como blocos de concreto e concreto armado (Sabbatini, 1998).

A correta execução de cada camada do revestimento influencia diretamente no desempenho global do sistema. De acordo com a ABNT NBR 13749 (2013), os defeitos mais comuns em sistemas de revestimento estão associados à má aderência entre as camadas, à retração excessiva da argamassa durante a cura e à ausência de juntas de dilatação em locais adequados. Esses fatores podem causar patologias como fissuras, deslocamentos e infiltrações.

Outro ponto crítico é a espessura das camadas aplicadas. Camadas muito espessas tendem a apresentar maior retração e fissuração, enquanto camadas muito finas podem não cumprir adequadamente sua função de regularização e proteção. A NBR 7200 (1998), embora revogada, servia como referência para valores de espessura mínima e máxima. Hoje, essas orientações são encontradas em manuais técnicos e na experiência prática da engenharia (Maciel, Barros e Sabbatini, 1998).

O tipo de substrato interfere não apenas na aderência, mas também na escolha do sistema de revestimento. Em alvenarias de blocos cerâmicos, por exemplo, a alta porosidade facilita a fixação mecânica da argamassa, porém aumenta a absorção de água, o que pode comprometer a hidratação do cimento e a coesão do revestimento se medidas corretivas não forem adotadas, como a umidificação prévia da base (Carasek e Djanikian, 1996).

A compatibilidade térmica entre a argamassa e o substrato também é importante para evitar tensões internas provocadas por variações de temperatura. A diferença nos coeficientes de dilatação térmica pode provocar fissuras entre as camadas ou até mesmo a delaminação do revestimento. Portanto, materiais com

comportamento térmico semelhante devem ser priorizados, ou, em casos inevitáveis, deve-se compensar essas diferenças com juntas e tratamentos específicos (Romano et al., 2010).

Com relação à proteção contra umidade, as propriedades hidrofugantes e impermeabilizantes da argamassa são fundamentais. As argamassas externas devem apresentar resistência à penetração de água da chuva, sendo, para isso, enriquecidas com aditivos hidrofugantes ou protegidas por pintura impermeabilizante. Essa característica é ainda mais relevante em regiões com alta pluviosidade ou em paredes voltadas para fachadas expostas (ABNT NBR 13749, 2013).

A cura da argamassa é outro aspecto essencial para o bom desempenho do sistema de revestimento. A evaporação rápida da água de amassamento pode comprometer a hidratação do cimento e reduzir a resistência final da argamassa. Recomenda-se que as superfícies recém-revestidas sejam mantidas úmidas por pelo menos sete dias após a aplicação, especialmente em ambientes com alta temperatura ou baixa umidade relativa do ar (ABCP, 2002).

A presença de fissuras superficiais no revestimento pode estar associada não apenas à retração da argamassa, mas também a movimentações estruturais ou ao uso de materiais incompatíveis. Fissuras em paredes de alvenaria de vedação, por exemplo, podem surgir por deslocamentos diferenciais entre o revestimento e os elementos estruturais. O uso de juntas de dessolidarização nesses pontos é uma prática recomendada para minimizar essas ocorrências (Silva e Bauer, 2009).

O desempenho de um sistema de revestimento também deve ser avaliado quanto à sua durabilidade. Isso inclui a resistência ao impacto, à abrasão, à ação de agentes químicos e ao envelhecimento natural dos materiais. A durabilidade está diretamente relacionada à qualidade dos insumos, ao processo de execução e às condições de exposição da edificação. Portanto, a inspeção e a manutenção periódica dos revestimentos são medidas importantes para garantir a vida útil do sistema (Ferreira, 2010; Cirilo e Melo, 2018).

3.3. MASSA ESPECÍFICA E TEOR DE AR

Segundo Nakakura (2003, p. 52),

[...] o teor de ar incorporado é a quantidade de ar na argamassa fresca e influencia diretamente a densidade de massa relativa da argamassa nos

estados fresco e endurecido, pois o ar possui densidade menor que a da argamassa e ocupa uma fração do seu volume.

Ainda segundo Nakakura (2003), algumas propriedades são influenciadas diretamente pelo teor de ar incorporado, a exemplo da resistência à compressão. Os aditivos incorporadores de ar podem ser utilizados nas argamassas, em detrimento da utilização da cal. Tais aditivos alteram a trabalhabilidade da argamassa, passando de um aspecto seco e áspero para um aspecto plástico (no estado fresco). Além disso, é possível observar aumento no rendimento devido à diminuição da massa específica, pela presença de microbolhas de ar no interior da mistura (Bauer, 2009).

De acordo com Romano *et al.*, (2010), a incorporação de ar e o teor de mistura se comportam de forma linear entre si: quanto maior o tempo de processamento, maior o volume de ar absoluto na mistura. Além disso, após a realização de experimentos, Amancio, Moraes e Sousa (2019) constataram que as argamassas com aditivos incorporadores de ar apresentam uma melhoria na plasticidade, devido à redução do fator água/cimento com o aumento do teor do aditivo. No estado fresco a densidade de massa foi reduzida à medida que foi aumentado o teor do aditivo. Já no estado endurecido, a resistência a compressão apresentou resultados inferiores em relação a argamassa comum utilizada como referência nos experimentos.

Figueiredo, Monte e Silva (2007) realizaram experimentos que demonstraram que houve uma redução, também, no módulo de elasticidade da argamassa no estado endurecido devido ao aumento do teor do aditivo incorporador de ar. Tal mudança resulta em uma redução do risco de aparecimento de fissuras, por permitir maior capacidade de acomodação das deformações.

A massa específica da argamassa, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido, é um parâmetro fundamental para a caracterização do material. No estado fresco, ela influencia o rendimento da mistura, a facilidade de bombeamento e a aplicação. No estado endurecido, a massa específica está relacionada à resistência mecânica, à durabilidade e à capacidade de isolamento térmico e acústico da argamassa (ABCP, 2002). A incorporação de ar altera significativamente esse parâmetro, o que exige atenção especial na dosagem dos componentes.

A redução da massa específica provocada pela presença de ar incorporado é benéfica em algumas situações, como em revestimentos sobre substratos frágeis ou em reformas, onde se deseja reduzir a carga permanente sobre a estrutura. Entretanto, esse benefício deve ser balanceado com a eventual perda de resistência

mecânica e aumento da porosidade, que podem comprometer a durabilidade do sistema (Nakakura, 2003).

O teor de ar ideal varia conforme o tipo de aplicação e os requisitos do projeto. Em geral, valores entre 8% e 20% são considerados aceitáveis para argamassas de revestimento, desde que não comprometam a resistência à compressão nem a aderência ao substrato (Romano et al., 2010). Acima desses limites, os efeitos negativos tendem a superar os benefícios relacionados à trabalhabilidade e ao rendimento.

Além disso, a estabilidade do ar incorporado ao longo do tempo é um fator crítico. Argamassas com grande tempo de permanência no balde ou na betoneira podem sofrer perda do ar incorporado ou, em casos opostos, podem acumular ar excessivamente durante o batimento. Esse fenômeno altera as características da mistura e compromete a previsibilidade do desempenho final (Amancio, Moraes e Sousa, 2019).

Em ambientes externos, o teor de ar incorporado pode interferir na resistência à penetração de água e ao ciclo de molhagem e secagem. Argamassas mais porosas absorvem mais água, o que pode acelerar o processo de degradação por carbonatação, ataque de sulfatos ou cristalização de sais. Por isso, em revestimentos externos, o controle da porosidade e da incorporação de ar é ainda mais relevante (Silva e Bauer, 2009).

A introdução de aditivos incorporadores de ar como alternativa à cal tem sido amplamente estudada na indústria da construção civil. Enquanto a cal confere plasticidade e melhora a trabalhabilidade, os aditivos modernos proporcionam resultados semelhantes com controle mais preciso e maior compatibilidade com sistemas industrializados. No entanto, o uso inadequado ou excessivo desses aditivos pode resultar em argamassas com baixa resistência ou com variações dimensionais significativas após a cura (Figueiredo, Monte e Silva, 2007).

Outro efeito observado do aumento do teor de ar é a melhora na capacidade de absorver deformações, resultando em menor módulo de elasticidade. Essa característica torna as argamassas mais resilientes frente a variações térmicas e a pequenas movimentações da edificação, reduzindo o risco de fissuras superficiais. Contudo, essa deformabilidade também pode ser prejudicial em áreas que exigem maior rigidez ou estabilidade dimensional (Bauer, 2009).

A relação entre massa específica e teor de ar também influencia o desempenho térmico da edificação. Argamassas mais leves e porosas tendem a ter menor condutividade térmica, funcionando como barreiras térmicas naturais. Em climas quentes, esse tipo de material pode contribuir para o conforto térmico interno, além de reduzir a necessidade de sistemas artificiais de resfriamento (Romano et al., 2010).

É importante destacar que o controle da massa específica e do teor de ar não deve ser feito apenas em laboratório, mas também no canteiro de obras. Ensaio simples, como o ensaio do balde calibrado, podem ser utilizados para estimar a densidade da argamassa fresca. Já o controle da aplicação do aditivo deve seguir as recomendações do fabricante e ser ajustado de acordo com a temperatura ambiente, umidade relativa e condições do substrato (ABCP, 2002; Nakakura, 2003).

A compatibilidade entre o teor de ar incorporado e o tipo de substrato é um aspecto técnico que não pode ser negligenciado. Substratos de alta absorção demandam argamassas com maior retenção de água, o que pode entrar em conflito com o uso excessivo de aditivos incorporadores de ar. Esses aditivos, ao reduzirem a densidade da mistura, também afetam sua capacidade de molhar adequadamente a superfície, prejudicando a ancoragem inicial da argamassa (Paes, Carasek e Bauer, 2003).

Além disso, a variação do teor de ar entre diferentes lotes pode comprometer a homogeneidade do revestimento, principalmente em grandes áreas de aplicação contínua. A falta de controle rigoroso sobre esse parâmetro pode levar a variações perceptíveis na textura e na cor do acabamento, além de zonas com diferentes níveis de resistência mecânica e absorção de água (Romano et al., 2010).

O comportamento do teor de ar ao longo do tempo também depende do tipo de equipamento utilizado para a mistura. Betoneiras inclinadas, por exemplo, tendem a incorporar mais ar à massa em comparação com misturadores de eixo horizontal, o que exige padronização do processo de mistura nas obras que exigem desempenho uniforme. Ainda assim, a permanência prolongada da argamassa na betoneira pode levar à perda de ar incorporado ou aumento indesejado, exigindo constantes reavaliações da consistência da mistura (Amancio, Moraes e Sousa, 2019).

Pesquisas também demonstram que o teor de ar influencia a capacidade de deformação e o comportamento das argamassas diante de variações climáticas. Em regiões sujeitas a fortes amplitudes térmicas, argamassas mais leves e elásticas — com maior teor de ar incorporado — tendem a acomodar melhor as movimentações

estruturais, o que reduz a ocorrência de trincas superficiais. Entretanto, essa solução deve ser ponderada com os requisitos de durabilidade e desempenho mecânico (Figueiredo, Monte e Silva, 2007).

A correta especificação do teor de ar e da massa específica deve ser feita ainda na etapa de projeto, especialmente em obras de médio e grande porte, onde a padronização do desempenho é essencial. Cabe ao engenheiro responsável a definição do traço adequado e a condução de ensaios preliminares que simulem as condições reais de aplicação. Somente assim é possível garantir o equilíbrio entre leveza, trabalhabilidade, resistência e durabilidade do revestimento (Bauer, 2009).

Enquanto uma maior massa específica tende a representar compacidade e resistência, um teor de ar elevado proporciona leveza, economia de material e melhor comportamento frente às deformações. O desafio está em encontrar a dosagem ideal que não comprometa aspectos essenciais como a aderência e a resistência à compressão (Nakakura, 2003).

O uso de aditivos incorporadores de ar deve ser precedido de ensaios de caracterização em laboratório, considerando o tipo de cimento, a granulometria do agregado e a compatibilidade com outros aditivos, como plastificantes ou redutores de água. Uma formulação incompatível pode provocar instabilidade na mistura, separação de fases ou até perda da capacidade de cura adequada do cimento (Amancio, Moraes e Sousa, 2019).

A gestão da qualidade em obras de revestimento deve incluir rotinas de verificação da densidade e do teor de ar incorporado, sobretudo em obras de grande escala. A falta de uniformidade entre lotes pode levar à ocorrência de patologias distribuídas aleatoriamente, dificultando tanto a detecção quanto a correção dos problemas. Além disso, variações dimensionais da camada de revestimento afetam o desempenho estético final (Ribas, 2008).

Nos sistemas industrializados, o controle sobre o teor de ar é mais preciso devido à homogeneidade dos componentes e à padronização do processo de mistura. Isso se traduz em maior confiabilidade nos parâmetros de desempenho especificados pelo fabricante, o que reduz a necessidade de ajustes em campo. Em contraste, nas argamassas convencionais, pequenas variações no traço ou no tempo de mistura alteram significativamente a incorporação de ar (Ferreira, 2010).

É essencial que o projetista e o executor compreendam que o controle do teor de ar e da massa específica não é apenas um requisito técnico, mas um diferencial

de qualidade na obra. Dominar esses parâmetros permite maior eficiência na aplicação, menor desperdício, maior vida útil do revestimento e melhor desempenho térmico, acústico e estrutural da edificação como um todo (Bauer, 2009; Romano et al., 2010).

3.4. TRABALHABILIDADE

A trabalhabilidade é uma importante propriedade da argamassa no estado plástico. Segundo Sabbatini (1998, p. 75),

Diz-se que uma argamassa tem boa trabalhabilidade quando distribui-se facilmente ao ser assentada preenchendo todas as reentrâncias; agarra à colher de pedreiro (quando transportada e não agarra quando distribuída no componente de alvenaria); não segrega ao ser transportada; não endurece em contato com o componente de sucção elevada e permanece plástica por tempo suficiente para que os componentes sejam ajustados facilmente no nível e no prumo.

A medida de trabalhabilidade é feita indiretamente por meio de uma correlação com a consistência da argamassa. Alguns fatores influem diretamente na consistência da argamassa, como a relação água/cimento, a relação cimento/areia, a granulometria da areia e a qualidade do cimento (Sabbatini, 1998).

A trabalhabilidade, consistência e plasticidade, com fluidez necessária a execução do revestimento, são propriedades determinantes para o desempenho da argamassa, quando em contato com o substrato poroso. Tal desempenho está diretamente relacionado à movimentação da água que ocorre entre a argamassa, no estado fresco, e o substrato absorvente. Alguns problemas podem surgir decorrentes diretamente destas características, como a retração, a fissuração e o deslocamento (Paes, Carasek e Bauer, 2003).

A trabalhabilidade é uma propriedade fundamental para garantir a qualidade da aplicação da argamassa e a aderência ao substrato. Essa característica está ligada à facilidade de manipulação, transporte, aplicação e acabamento do material no canteiro de obras. Uma argamassa com boa trabalhabilidade permite maior produtividade da mão de obra e menor esforço físico durante a execução, o que também reduz falhas humanas e retrabalhos (Maciel, Barros e Sabbatini, 1998).

Dentre os fatores que influenciam a trabalhabilidade, destaca-se o fator água/cimento. Embora o aumento do teor de água melhore temporariamente a fluidez da mistura, o excesso pode comprometer a resistência mecânica e aumentar a

retração durante a cura. Assim, a adição de água deve ser balanceada, ou então compensada com o uso de aditivos plastificantes, que promovem maior fluidez sem prejudicar o desempenho final (Romano et al., 2010).

A granulometria e o formato dos agregados também impactam diretamente a trabalhabilidade. Agregados com distribuição granulométrica contínua e grãos arredondados proporcionam mistura mais fluida e de fácil aplicação. Em contrapartida, grãos muito angulosos ou granulometria descontinuada tendem a tornar a argamassa mais seca, dificultando o espalhamento e o acabamento superficial (Paes, Carasek e Bauer, 2003).

Outro fator determinante é o tempo aberto da argamassa, ou seja, o tempo que a mistura permanece trabalhável após o preparo. Esse tempo deve ser suficiente para permitir ajustes e correções durante a aplicação, mas não tão longo a ponto de comprometer o cronograma da obra. Em climas quentes ou secos, esse tempo pode ser reduzido drasticamente, exigindo medidas corretivas como umedecimento da base e proteção contra o sol e o vento (ABCP, 2002).

A retenção de água é uma propriedade correlata à trabalhabilidade e merece atenção especial. Argamassas com boa retenção de água mantêm a umidade necessária por mais tempo, favorecendo a hidratação do cimento e evitando secagem prematura em substratos de alta absorção. A baixa retenção, por outro lado, pode levar a retrações iniciais, perda de aderência e falhas de acabamento, como manchas ou deslocamento (Bauer, 2009).

Os ensaios de consistência, como o abatimento do tronco de cone, e os ensaios de espalhamento (flow table), são métodos amplamente utilizados para avaliar a trabalhabilidade em laboratório e no canteiro. Esses testes fornecem parâmetros quantitativos para comparação entre diferentes traços, ajudando na definição do traço ideal para cada situação construtiva (Nakakura, 2003).

É importante considerar também a influência da cal hidratada na trabalhabilidade. A cal melhora a plasticidade da mistura e confere maior coesão, permitindo que a argamassa se molde com facilidade às irregularidades do substrato. Além disso, a presença de cal reduz a tendência à segregação dos componentes, o que favorece a homogeneidade da aplicação (Figueiredo, Monte e Silva, 2007).

Em argamassas industrializadas, a trabalhabilidade é geralmente otimizada por meio da combinação precisa de granulometria dos agregados e uso controlado de aditivos. Isso garante uma mistura mais previsível e uniforme, independentemente das

variações nas condições do canteiro. Esse controle contribui para a padronização do processo de aplicação e para o desempenho final do sistema de revestimento (Cirilo e Melo, 2018).

A boa trabalhabilidade da argamassa não deve ser vista apenas como uma vantagem operacional, mas como um requisito de desempenho técnico. Uma argamassa que não se adapta corretamente à base pode apresentar falhas funcionais que comprometem toda a vida útil do revestimento. Portanto, o controle dessa propriedade é essencial em todas as etapas da produção e aplicação da argamassa (Sabbatini, 1998; Paes, Carasek e Bauer, 2003).

A trabalhabilidade ideal da argamassa deve equilibrar plasticidade e coesão, permitindo que o material se espalhe facilmente sobre o substrato, sem escorrer nem segregar. Essa propriedade é particularmente relevante em revestimentos verticais, onde a resistência à exsudação e à escorregabilidade determina a capacidade da argamassa de permanecer aderida até a cura inicial (Romano et al., 2010). O controle da trabalhabilidade, nesses casos, pode ser realizado com o ajuste do teor de finos e a inclusão de aditivos estabilizantes.

Quando a argamassa apresenta baixa trabalhabilidade, surgem dificuldades na aplicação uniforme, o que compromete o nivelamento e a espessura da camada. Isso pode resultar em falhas estéticas, como ondulações e rugosidades, além de impactar diretamente na resistência mecânica e na aderência ao substrato. Em obras de grande porte, esse problema tende a ser ampliado, exigindo atenção redobrada à homogeneidade da mistura (Maciel, Barros e Sabbatini, 1998).

O comportamento da argamassa durante o tempo de uso, denominado retenção da trabalhabilidade, também é um fator de desempenho. Uma argamassa com perda rápida de plasticidade pode não permitir ajustes necessários na aplicação, principalmente em climas quentes ou sob ventilação intensa. Já uma argamassa com longa retenção facilita correções, mas pode comprometer o ritmo da obra, caso os tempos de pega sejam excessivamente longos (Bauer, 2009).

A trabalhabilidade influencia ainda a qualidade da interface entre argamassa e substrato, especialmente em bases de elevada porosidade. Nessas situações, a absorção precoce de água pode endurecer a argamassa antes da adequada acomodação, o que reduz a aderência e pode originar descolamentos ou fissuras por retração. A umidificação prévia da base é uma estratégia eficaz para mitigar esse efeito (Paes, Carasek e Bauer, 2003).

Com relação aos aditivos, plastificantes e superplastificantes são amplamente utilizados para melhorar a trabalhabilidade sem aumentar o teor de água. Essas substâncias atuam reduzindo o atrito entre as partículas, conferindo à mistura uma textura mais fluida e homogênea. Além disso, favorecem a compactação da argamassa, contribuindo para a redução da porosidade e o aumento da durabilidade do revestimento (Nakakura, 2003).

A trabalhabilidade pode variar significativamente em função do tipo de cimento utilizado. Cimentos com maior finura contribuem para uma maior área de contato entre as partículas, promovendo coesão e plasticidade. No entanto, esse aumento na finura pode exigir ajustes na quantidade de água ou aditivos, para que o tempo de aplicação não seja prejudicado (Romão e Fernandes, 2017).

Durante a aplicação manual, a percepção subjetiva do pedreiro sobre a trabalhabilidade da argamassa também é um fator relevante. Argamassas com textura áspera ou secagem acelerada podem exigir mais esforço e habilidade, impactando na produtividade e na qualidade do serviço. Por isso, a adaptação das propriedades da argamassa às condições do canteiro é essencial para garantir um bom desempenho final (Cirilo e Melo, 2018).

Já nos sistemas mecanizados de projeção de argamassa, a trabalhabilidade deve ser rigorosamente controlada, pois inconsistências na mistura podem provocar entupimentos, falhas de pressão e má aderência ao substrato. Nesse contexto, a uniformidade da mistura e a manutenção da consistência durante o bombeamento tornam-se variáveis críticas, reforçando a importância do controle da relação água/cimento e da escolha adequada dos aditivos (Bauer, 2009).

A trabalhabilidade deve ser considerada em conjunto com outras propriedades do sistema de revestimento, como retenção de água, aderência, resistência mecânica e durabilidade. A busca por equilíbrio entre essas variáveis garante que a argamassa atenda tanto aos requisitos de aplicação prática quanto aos critérios de desempenho técnico estabelecidos pelas normas e exigências de projeto (ABCP, 2002; Sabbatini, 1998).

3.5. RETENÇÃO DE ÁGUA

Entende-se como retenção de água a capacidade que a argamassa possui de reter a água quando em contato com alguma superfície que promove a sucção. Tal

capacidade está diretamente relacionada com a tensão superficial da pasta aglomerante e o potencial de sucção da base (Sabbatini, 1998).

Caso não haja uma adequada retenção de água pela argamassa, Sabbatini (1998) expressa que poderá ocorrer uma elevada retração na secagem, além da diminuição da resistência de aderência, bem como prejudicar a hidratação do cimento devido a perda inadequada de água. Esses fatores prejudicam a durabilidade e a estanqueidade do sistema de revestimento. A cal, em argamassas mistas em que há cimento, pode contribuir com uma maior retenção de água, e também na trabalhabilidade da argamassa.

A retenção de água é considerada uma das propriedades mais relevantes das argamassas no estado fresco, especialmente em aplicações sobre substratos de elevada absorção, como blocos cerâmicos. A perda excessiva de água para o substrato pode comprometer o processo de cura do cimento, reduzindo a resistência mecânica e a aderência da argamassa ao suporte (Romano et al., 2010). Esse fenômeno é mais crítico em climas quentes e secos, onde a evaporação da água também se acentua.

A influência da retenção de água sobre a aderência é particularmente importante nas primeiras horas após a aplicação. Quando a argamassa perde água rapidamente, a formação de produtos de hidratação na interface substrato/argamassa é prejudicada, impedindo a criação de uma ligação química e mecânica eficiente. Como resultado, o revestimento pode se soltar prematuramente, especialmente em áreas expostas a vibrações ou movimentações (Paes, Carasek e Bauer, 2003).

Diversos fatores interferem na capacidade de retenção de água da argamassa. Entre eles, destacam-se a granulometria dos agregados, a finura do cimento, a relação água/cimento e a presença de adições minerais e aditivos. Argamassas com maior teor de finos (partículas menores) tendem a reter mais água, graças à maior área superficial disponível para absorção. No entanto, o excesso de finos também pode prejudicar a trabalhabilidade (Maciel, Barros e Sabbatini, 1998).

O uso de cal hidratada melhora significativamente a retenção de água. Isso ocorre porque a cal tem partículas muito finas e de estrutura lamelar, que aumentam a coesão da mistura e dificultam a migração da água. Além disso, a cal promove uma reação mais lenta, o que prolonga o tempo aberto da argamassa e favorece sua aplicação em grandes áreas, sem perda de desempenho (Nakakura, 2003).

Aditivos retentores de água são frequentemente utilizados em argamassas industrializadas, especialmente em formulações para revestimentos externos e em climas adversos. Esses aditivos, geralmente derivados de celulose ou polímeros sintéticos, formam uma rede na matriz da argamassa que reduz a permeabilidade à água e evita sua rápida migração para o substrato (Bauer, 2009).

A retenção de água também afeta a aparência do revestimento após a secagem. Quando há perda irregular de umidade, podem ocorrer manchas, falhas de cobertura ou diferenças na textura do acabamento. Em casos mais severos, esse desequilíbrio hídrico pode levar à fissuração por retração plástica, comprometendo a estética e a funcionalidade do revestimento (Silva e Bauer, 2009).

Durante a aplicação, medidas simples podem ser adotadas para melhorar o desempenho da argamassa em termos de retenção de água. Entre elas, destaca-se a umidificação prévia da base, a aplicação em horários com menor incidência solar e o uso de panos úmidos ou lonas para proteger as superfícies recém-aplicadas. Essas ações ajudam a evitar a perda súbita de água e favorecem a cura adequada (ABCP, 2002).

A retenção de água deve ser monitorada não apenas no laboratório, mas também em campo. Ensaio específicos, como o ensaio de papel-filtro, permitem avaliar essa propriedade de forma prática e indicam se a argamassa está apta para aplicação em determinadas condições de substrato e ambiente. A ausência desse controle pode levar a falhas de desempenho ainda na fase inicial da obra (Romano et al., 2010).

Garantir uma boa retenção de água na argamassa é essencial para assegurar a aderência, a durabilidade e a integridade do sistema de revestimento. A escolha adequada dos materiais, o uso consciente de aditivos e a observação das condições ambientais são fatores indispensáveis para o sucesso da aplicação. Ignorar essa variável compromete não apenas a funcionalidade, mas também a vida útil da edificação como um todo (Sabbatini, 1998; Bauer, 2009).

A perda de água da argamassa para o substrato ocorre principalmente por dois mecanismos: a absorção por sucção capilar e a evaporação superficial. A sucção é mais intensa em substratos porosos e secos, enquanto a evaporação é acelerada por fatores ambientais como temperatura, vento e baixa umidade relativa do ar. Ambos os mecanismos contribuem para a redução do tempo aberto da argamassa e podem ser

mitigados com técnicas adequadas de preparo da base e de proteção ambiental durante a aplicação (Romano et al., 2010).

A quantidade de água inicialmente adicionada à argamassa também interfere na sua retenção. Um excesso de água, embora facilite a aplicação, acelera a evaporação e prejudica a coesão interna da mistura. Por outro lado, uma mistura com pouca água tende a ser mais estável, mas apresenta maior dificuldade de espalhamento e menor aderência inicial. O equilíbrio ideal é alcançado por meio de dosagens experimentais e ajustes conforme o tipo de substrato (Paes, Carasek e Bauer, 2003).

Ensaio em laboratório demonstraram que argamassas com maior retenção de água proporcionam maior espessura de revestimento sem ocorrência de fissuras. Isso se deve ao fato de que a cura é mais lenta e controlada, permitindo que as reações de hidratação ocorram de forma mais completa. Dessa forma, não apenas a aderência melhora, como também a resistência mecânica e a durabilidade do sistema são potencializadas (Figueiredo, Monte e Silva, 2007).

A importância da retenção de água também se revela em aplicações de argamassas sobre estruturas de concreto armado. Nesses casos, a baixa porosidade do concreto dificulta a ancoragem mecânica da argamassa, exigindo maior coesão interna e tempo aberto prolongado para garantir a aderência adequada. A presença de aditivos poliméricos e o uso de chapisco de aderência são estratégias eficazes nesse tipo de aplicação (Silva e Bauer, 2009).

A retenção de água pode ser potencializada pelo uso de adições minerais como metacaulim e cinza volante, que contribuem para a microestrutura da matriz cimentícia. Essas adições reduzem a permeabilidade da argamassa e aumentam a capacidade de reter a umidade necessária para a cura. Além disso, oferecem vantagens adicionais, como maior resistência a agentes agressivos e redução da pegada ambiental do material (Romano et al., 2010).

A variabilidade das características dos materiais utilizados também pode afetar a retenção de água. Areias com alto teor de material pulverulento ou com distribuição granulométrica desuniforme podem alterar a absorção e a trabalhabilidade da argamassa. O controle da qualidade dos agregados, por meio de ensaios de caracterização, é, portanto, essencial para garantir previsibilidade no desempenho do produto final (ABCP, 2002).

Na execução de revestimentos em fachadas, a retenção de água adquire ainda maior importância devido à ação direta do sol e do vento. Nestes casos, a secagem superficial acelerada pode gerar tensões internas na camada fresca da argamassa, provocando microfissuras que comprometem a impermeabilidade do sistema. O uso de telas de sombreamento, lonas úmidas e aditivos retardadores pode ajudar a manter a umidade da argamassa até o início do processo de cura (Nakakura, 2003).

A tecnologia de argamassas industrializadas trouxe avanços importantes no controle da retenção de água. As misturas são formuladas com precisão, utilizando aditivos químicos que garantem estabilidade reológica e retenção hídrica prolongada, mesmo em condições ambientais adversas. Essas argamassas prontas são ideais para obras com altos padrões de acabamento, cronogramas rígidos e exigência de padronização de desempenho (Bauer, 2009).

A retenção de água deve ser considerada como uma variável interligada às demais propriedades da argamassa. Sua influência vai além do estado fresco e impacta diretamente o desempenho a longo prazo do revestimento, incluindo sua resistência à fissuração, à perda de aderência e ao envelhecimento precoce. Um sistema de revestimento eficiente é aquele que, entre outros aspectos, assegura o equilíbrio hídrico necessário desde o momento da aplicação até a completa cura do material (Sabbatini, 1998; Romano et al., 2010).

3.6. ADERÊNCIA

Sabbatini (1998) define a resistência de aderência como a capacidade que a interface componente-argamassa possui de absorver tensões tangenciais (cisalhamento) e normais (tração) a ela, sem romper-se. O autor também define a capacidade de aderência da argamassa como o potencial em promover certa resistência de aderência na interface entre o substrato e a argamassa.

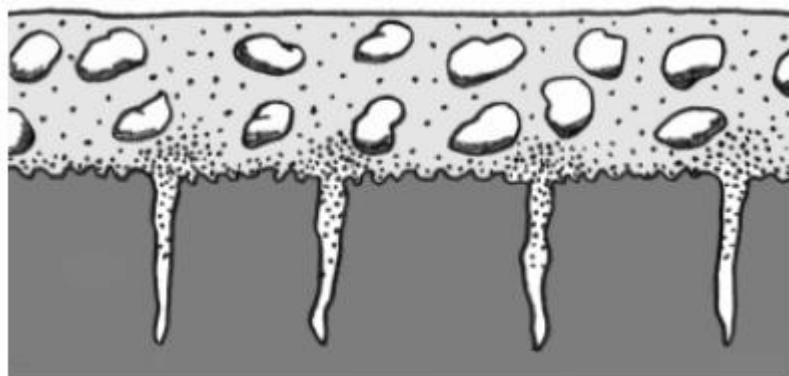
A aderência possibilita à camada de revestimento resistir às tensões normais e tangenciais atuantes na interface com a base. O desenvolvimento da aderência acontece pela ancoragem da pasta aglomerante nos poros da base, e pela ancoragem mecânica da argamassa nas saliências microscópicas do substrato (ABCP, 2002).

Além disso, a aderência depende diretamente de alguns fatores importantes, como (ABCP, 2002):

- Trabalhabilidade da argamassa: apresentando contato mais extenso com a base através de um melhor espalhamento;
- Natureza e característica da base: o diâmetro e distribuição dos tamanhos dos poros determinam a rugosidade superficial e a capacidade de absorção da base;
- Condições de limpeza: a aderência é comprometida caso haja partículas soltas na superfície do substrato, representando barreiras para a ancoragem do revestimento à base.

A Figura 3 ilustra o mecanismo de aderência ao substrato, evidenciando a penetração da pasta aglomerante nos poros do material base, o que reforça o caráter mecânico da ligação entre argamassa e substrato.

Figura 3 – Aderência ao substrato



Fonte: ABCP (2002)

Apesar do chapisco ter grande importância na resistência de aderência, Azevedo *et al.*, (2018) concluem, por meio de diversos ensaios, que tanto as características do bloco cerâmico quanto o traço de argamassa utilizado também possuem influência significativa na aderência de forma conjunta.

Segundo Paes (2004, pag. 27),

A aderência mecânica resulta da conjunção de três propriedades da interface argamassa/substrato atuantes no sistema:

- a resistência de aderência à tração, devido aos esforços normais gerados na utilização de um sistema de revestimento;
- a resistência de aderência ao cisalhamento, pelos esforços verticais e tangenciais ao revestimento, gerados com a atuação da gravidade no revestimento aderido ao substrato; e

- a extensão de aderência, que evidencia a possível existência de falhas de contato como espaços vazios na interface.

A adesão inicial depende diretamente de características como a trabalhabilidade da argamassa, a rugosidade e a porosidade da base, bem como de um tratamento prévio responsável por aumentar a superfície de contato entre os materiais (Paes, 2004).

Após certo tempo de aplicação da argamassa, período em que a argamassa está à espera do sarrafeamento, ocorre a adesão propriamente dita, período esse que a argamassa já tenha perdido uma quantidade razoável de água, tendo diminuição da plasticidade e aumento da consistência (Paes, 2004).

Segundo Polito, Junior e Brandão, (2010, pag. 37),

A aderência ao substrato é uma das principais propriedades que as argamassas devem garantir durante sua vida útil. O desempenho das argamassas quanto a esta propriedade está diretamente relacionado à microestrutura da interface revestimento/substrato.

Polito, Junior e Brandão (2010) afirmam, ao realizarem e analisarem fotomicrografias com imagens obtidas por elétrons retro espalhados em experimentos que foram aplicadas argamassas em blocos cerâmicos, que a etringita parece ser o único cristal a se formar no interior do substrato, talvez por serem os primeiros cristais a se cristalizarem no interior dos poros, impedindo a cristalização de outros componentes. Entretanto, tal cristalização não foi uniforme, diferença que pode ter sido causada pela técnica de aplicação, pela porosidade do bloco cerâmico ou mesmo pela extensão de aderência.

Moraes (2021) ressalta que a utilização da cal hidratada, tanto na água de amassamento do chapisco quanto pulverizada diretamente na base, potencializa a aderência do sistema de revestimento, além de se tratar de uma boa alternativa técnica-econômica caso seja utilizada para substituir o preparo de base convencional.

O intertravamento dos compostos hidratados do cimento no interior dos poros do substrato, como por exemplo a etringita, promove a aderência entre a argamassa e o substrato poroso, sendo essencialmente mecânica. A evolução do mecanismo de aderência se dá através da sucção promovida pelo substrato (Carasek e Djanikian, 1996).

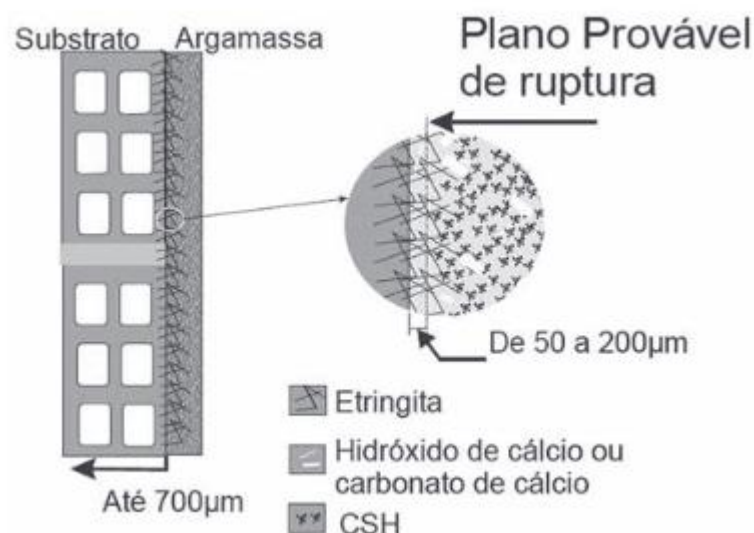
A aderência da argamassa se dá em uma etapa subsequente à adesão, quando ocorre o enrijecimento completo da argamassa. Carasek e Djanikian (1996) afirmam que nesta etapa o intertravamento mecânico passa a ser determinante, pois possibilita

ao revestimento, na interface argamassa/substrato, resistir a esforços tangenciais e normais.

Scartezini *et al.*, (2002) exprimem que o mecanismo de aderência entre os revestimentos de argamassa e substratos porosos é conhecido pelo seu caráter essencialmente mecânico, ocorrendo através da penetração dos materiais aglomerantes nos poros e cavidades da base. Os autores reforçam que ao executar pré-tratamento da base, como por exemplo o chapisco, aumenta-se a rugosidade superficial e regulariza a absorção da água, consequentemente melhorando a capacidade de aderência da argamassa aplicada ao substrato.

Observando os resultados dos ensaios de absorção de água e resistência média de aderência realizados por Scartezini *et al.*, (2002), é possível notar uma relação direta entre o aumento do coeficiente de absorção de água e o aumento da resistência média de aderência, quando aplicada argamassa em blocos cerâmicos previamente preparados com chapisco. A Figura 4 ilustra a interface entre o substrato e a argamassa, destacando a formação de compostos como etringita e hidróxido de cálcio, além da possível zona de ruptura, evidenciando a importância da interação físico-química para a aderência do revestimento.

Figura 4 – Interface entre substrato e argamassa



Fonte: Carasek, Cascudo e Scartezini (2001)

Como observado na pesquisa realizada por Paes, Carasek e Bauer (2003), a velocidade de absorção da água pelo substrato varia com o tempo, sendo máxima

nos momentos iniciais do contato entre a argamassa e o substrato e decrescendo posteriormente. São obtidos melhores valores de resistência e aderência quando há sucção capilar mais intensa da água da argamassa nos instantes iniciais.

Como observado nos estudos de Carasek e Djanikian (1996), o comportamento quanto à aderência entre o substrato e a argamassa depende não só da argamassa utilizada, mas também do tipo de substrato e da umidade do substrato. Além disso, expressaram que à medida que se aumenta o teor de umidade no substrato no instante da aplicação da argamassa, há uma tendência de redução da resistência.

De acordo com os ensaios realizados por Carasek e Djanikian (1996), houve aumento na resistência de aderência conforme aumentou-se o teor de cimento, obtendo resultados bastante satisfatórios. Analogamente, avaliou-se a influência do teor de ar incorporado e capacidade de retenção de água na resistência de aderência, mas não foram obtidos resultados expressivos.

Ao realizar ensaios que permitem avaliar a influência do teor de umidade do substrato, Carasek e Djanikian (1996) observaram que há uma redução da resistência de aderência à medida que se aumenta o teor de umidade. Segundo os autores, “a aderência é um fenômeno mecânico decorrente do intertravamento de cristais de etringita no interior dos poros do substrato cerâmico” (Carasek e Djanikian, 1996, p. 62).

3.7. RESISTÊNCIA MECÂNICA

O grau de hidratação da argamassa varia conforme o substrato retira a água da pasta através da sucção. A menor hidratação se dá próxima a interface substrato/argamassa, ocasionando em uma região de menor resistência (Brandão, Júnior e Polito, 2010).

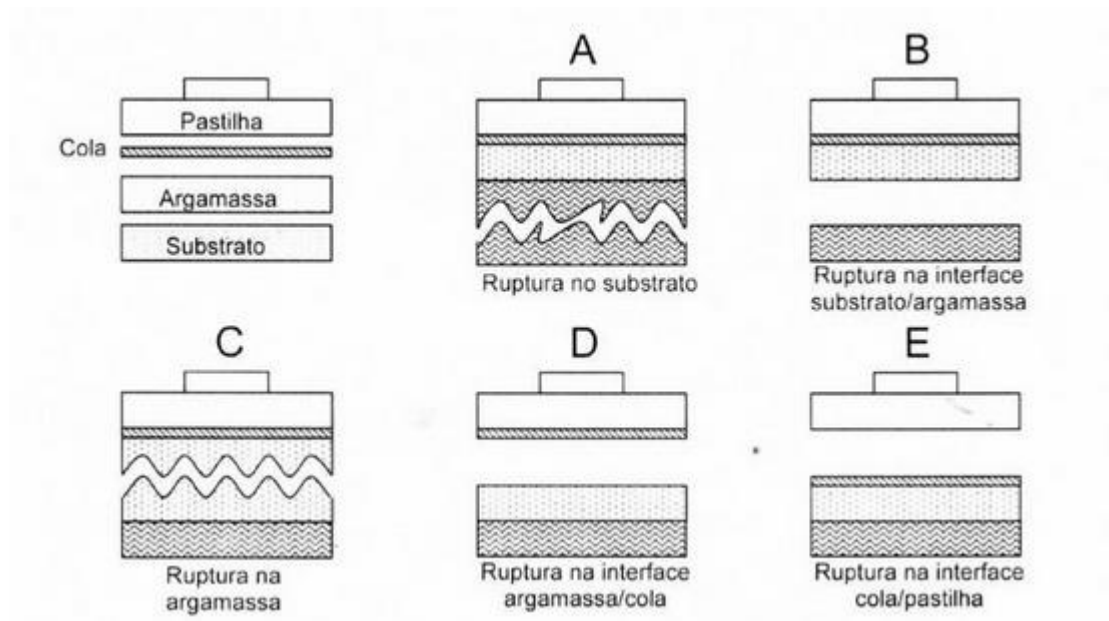
Scartezini *et al.*, (2002) notaram, por meio de diversos ensaios realizados, que menores valores de resistência à tração foram obtidos quando ensaiados os substratos sem a aplicação de chapisco, devido a uma textura e rugosidade abaixo do ideal para a aderência do revestimento.

Segundo Romão e Fernandes (2017), a resistência da argamassa é aumentada com a quantidade de cimento e é diminuída com a proporção de cal e o teor de ar incorporado. A proporção dos materiais constituintes da argamassa tem influência sobre a resistência mecânica.

Diversos tipos de ruptura podem acontecer de acordo com fatores determinantes, como: a utilização ou não de chapisco no substrato, a resistência mecânica da argamassa no estado endurecido, a presença de água na interface substrato/argamassa, dentre outros.

A NBR 15258 (2021) apresenta alguns dos tipos comuns de ruptura da argamassa por meio do ensaio de arrancamento, que avalia a resistência potencial de aderência à tração. A Figura 5 ilustra as possíveis formas de ruptura na interface entre o substrato e a argamassa, destacando as zonas críticas de falha e a atuação das tensões envolvidas no sistema. Já a Figura 6, ilustra como é realizado o ensaio de arrancamento *in loco*.

Figura 5 – Ruptura na interface substrato/argamassa



Fonte: NBR 15258 (2021)

Figura 6 – Realização do ensaio de arrancamento



Fonte: LinkedIn (2023)

Com base na Figura 5, extraída da NBR 15258 (2021), é possível observar os principais tipos de ruptura que ocorrem nos sistemas de revestimento em função da aderência entre as camadas. As falhas ilustradas incluem ruptura no substrato (A), na interface substrato/argamassa (B), na argamassa (C), na interface argamassa/cola (D) e na interface cola/pastilha (E). A identificação do tipo de ruptura é fundamental para diagnosticar falhas no sistema de revestimento e entender se estas estão relacionadas ao substrato, à argamassa ou à execução. Rupturas do tipo B e D, por exemplo, são indicativas de problemas na aderência entre camadas, geralmente ligados a deficiências no preparo da superfície ou no traço da argamassa.

A resistência mecânica da argamassa, especialmente à tração na interface com o substrato, é diretamente influenciada pelas propriedades da base sobre a qual ela é aplicada. Um substrato com baixa rugosidade, ausência de chapisco ou superfície contaminada com poeira e óleos pode comprometer significativamente a aderência da argamassa. Por isso, os procedimentos de limpeza, umedecimento e regularização da base são considerados etapas fundamentais da aplicação (Scartezini et al., 2002).

A resistência à compressão também deve ser compatível com os esforços a que o revestimento será submetido ao longo de sua vida útil. De acordo com a NBR 13281 (2023), a argamassa deve apresentar um desempenho mínimo em resistência

à compressão, a fim de garantir estabilidade estrutural e durabilidade. Argamassas com resistência inferior ao mínimo estabelecido estão mais propensas a fissurar, desintegrar ou não resistir ao arrancamento em fachadas e ambientes agressivos.

Outro fator de destaque é a influência do teor de ar incorporado. Embora esse parâmetro seja positivo para a trabalhabilidade e a plasticidade, quando em excesso pode reduzir significativamente a resistência mecânica da argamassa. Isso ocorre porque as microbolhas de ar criam pontos de fragilidade na estrutura interna do material, o que compromete sua coesão e capacidade de suportar tensões (Romão e Fernandes, 2017).

Finalmente, a correta escolha dos materiais constituintes da argamassa e sua proporção adequada são essenciais para obter um equilíbrio entre resistência mecânica, aderência e durabilidade. O aumento do teor de cimento tende a elevar a resistência, mas pode intensificar a retração e aumentar os riscos de fissuração. Já a presença de cal melhora a trabalhabilidade, mas reduz a resistência final. Assim, o traço ideal deve ser definido com base nas exigências da obra, nas condições do substrato e nas normas técnicas vigentes.

3.8. CARACTERÍSTICAS DAS ARGAMASSAS CONVENCIONAIS E INDUSTRIALIZADAS

As argamassas industrializadas são pré-misturadas em fábrica com todos os componentes necessários para seu uso (cimento, areia e aditivos), necessitando apenas da adição de água no momento da aplicação. Por serem produzidas sob condições controladas, essas argamassas apresentam maior uniformidade nas propriedades físicas e mecânicas, o que resulta em melhor desempenho na maioria das situações (Cirilo e Melo, 2018).

Ferreira (2010) lista algumas vantagens de sua utilização:

- Organização no canteiro de obras;
- Podem ser preparadas próximo ao local de utilização;
- Garantia de qualidade pelo fabricante.

Em contrapartida, as argamassas convencionais são produzidas no próprio canteiro de obras por meio da mistura manual de cimento, areia e água. Apesar de serem mais baratas que as argamassas industrializadas, elas apresentam uma maior

variabilidade nas propriedades por conta das condições não controladas durante sua fabricação.

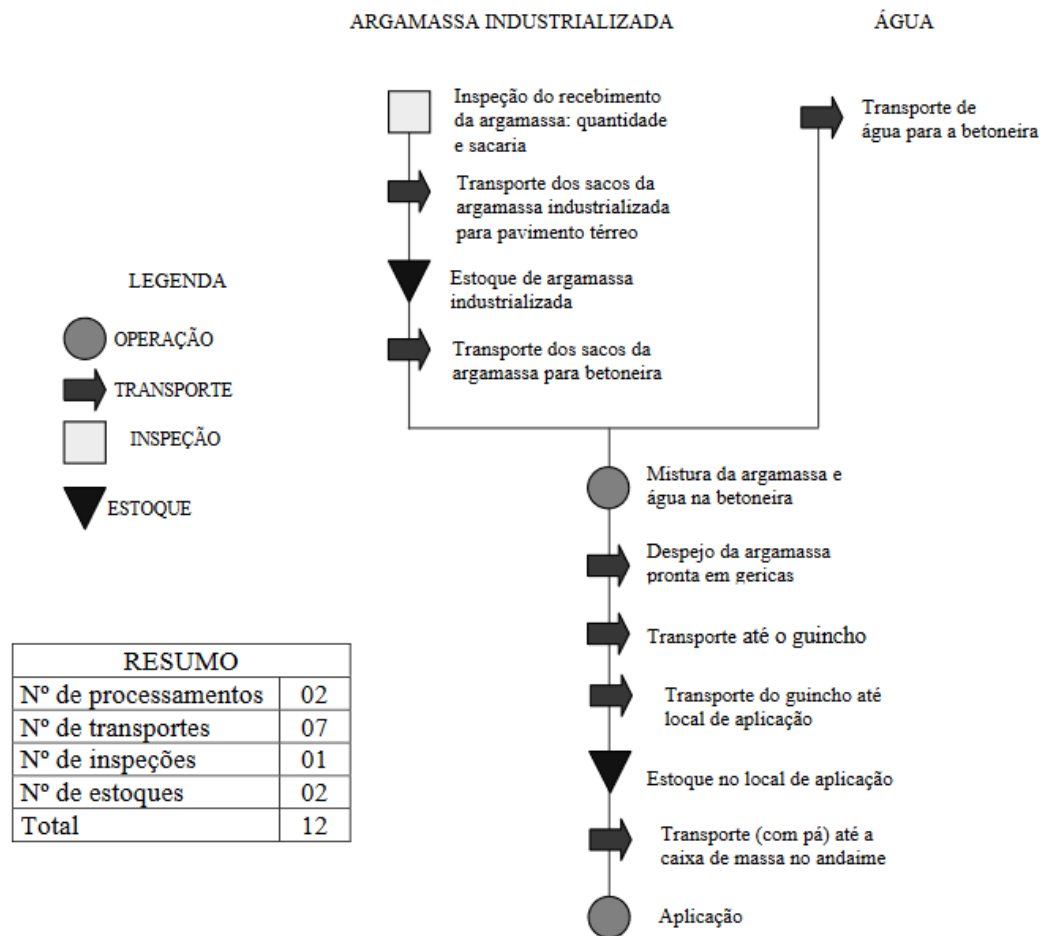
Em termos comparativos, estudos têm mostrado que as argamassas industrializadas possuem vantagens significativas sobre as convencionais. Por exemplo, Silva, Pereira e Póvoas (2019) mostraram que as argamassas industrializadas apresentam uma maior resistência à compressão e uma melhor aderência ao substrato. Além disso, Silva (2012) observou que estas argamassas apresentam um menor índice de retratação, o que leva a um menor risco de formação de fissuras.

No entanto, outras pesquisas sugerem que a escolha entre argamassa industrializada ou convencional deve ser baseada em uma avaliação caso a caso. Ribas (2008), por exemplo, afirma que em alguns casos a argamassa convencional pode ser mais adequada, como em situações onde o transporte e armazenamento das argamassas industrializadas sejam problemáticos.

Ainda segundo Ribas (2008), as argamassas de revestimento industrializadas apresentam vantagens em relação às argamassas convencionais fabricadas in loco, como a diminuição de perdas por manuseio e transporte, maior controle de qualidade dos materiais e do processo produtivo, além da redução no tempo de execução da obra. No entanto, o autor ressalta que o alto custo desses produtos ainda representa um fator limitante para sua ampla adoção.

São diversos os processos envolvidos quando se utiliza a argamassa industrializada. Porém há uma quantidade maior de processos que envolvam o transporte de materiais, conforme Figura 7 a seguir:

Figura 7 – Processos envolvidos na utilização das argamassas industrializadas

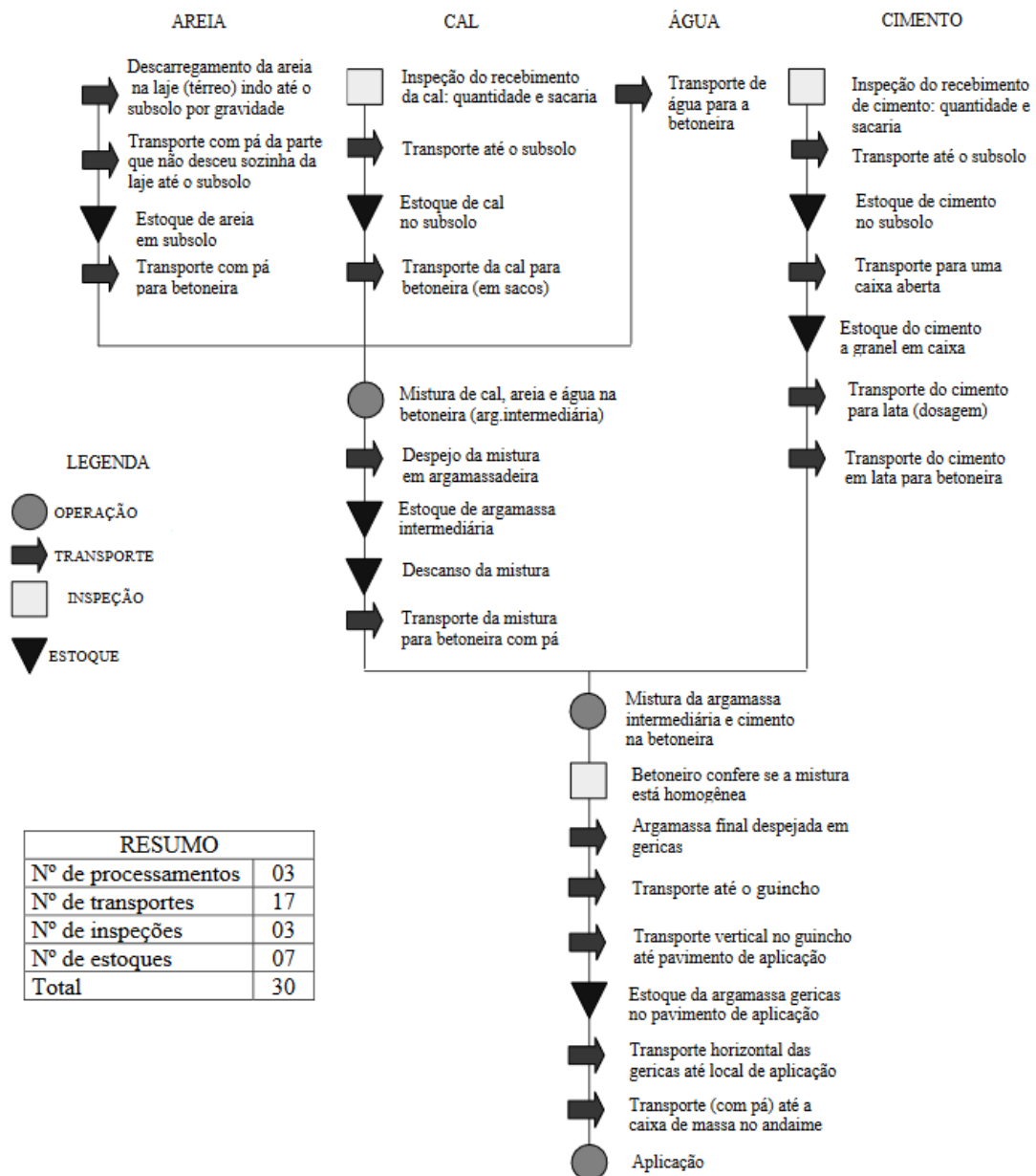


Fonte: Costa (2005).

A escolha entre argamassas de revestimento industrializadas e argamassas convencionais fabricadas *in loco* deve considerar uma série de fatores, incluindo as necessidades específicas da obra, os recursos disponíveis e as condições locais de fornecimento de materiais. No que tange à qualidade e desempenho das argamassas, há uma clara divisão na literatura. Muitos estudiosos argumentam que as argamassas industriais proporcionam uma melhor qualidade de acabamento e são mais fáceis de aplicar, enquanto outros acreditam que as argamassas convencionais podem ser igualmente eficazes se fabricadas corretamente (Piazza, 2012).

A Figura 8 apresenta os processos envolvidos na utilização das argamassas convencionais, evidenciando que há uma quantidade significativamente maior de etapas em comparação com o uso de argamassas industrializadas. Esse fator pode impactar diretamente na produtividade, no controle de qualidade e no tempo de execução da obra.

Figura 8 – Processos envolvidos na utilização das argamassas convencionais



Fonte: Costa (2005).

Em relação aos custos, o consenso geral é que as argamassas industrializadas tendem a ser mais caras em termos de custo inicial. No entanto, vários estudos sugeriram que o custo total ao longo do tempo pode ser menor para as argamassas industrializadas quando se considera fatores como tempo de aplicação e durabilidade (Ribas, 2008).

A análise da Figura 8 evidencia um fluxo mais complexo e laborioso no uso de argamassas convencionais. São necessárias diversas etapas de transporte, estoque

e manuseio dos materiais, o que não apenas aumenta a possibilidade de perdas e erros de dosagem, como também exige maior esforço operacional e controle de qualidade no canteiro (Costa, 2005). Cada etapa adicional representa um ponto potencial de falha, especialmente em obras com prazos reduzidos ou equipes com pouca qualificação técnica.

Outro ponto crítico das argamassas convencionais é a variabilidade dos materiais empregados. A areia, por exemplo, pode apresentar impurezas, variações de umidade ou distribuição granulométrica irregular, o que compromete diretamente as propriedades da argamassa final. Sem controle rigoroso e ensaios laboratoriais adequados, a repetibilidade do desempenho é baixa, o que pode impactar negativamente a aderência, a resistência e a durabilidade do revestimento (Silva, Pereira e Póvoas, 2019).

Em contrapartida, as argamassas industrializadas são formuladas com controle técnico de dosagem, seleção de agregados e incorporação de aditivos que otimizam propriedades como trabalhabilidade, retenção de água e resistência à fissuração. A padronização oferecida pelo processo industrial assegura que, independentemente do local da obra ou das condições climáticas, o produto apresente comportamento previsível (Ferreira, 2010).

A logística de aplicação também é simplificada no caso das argamassas industrializadas. Como se observa na Figura 7, a quantidade de operações e etapas de transporte é reduzida. Isso contribui para a racionalização do canteiro de obras, menor geração de resíduos, economia de tempo e redução de retrabalho. Além disso, a possibilidade de estocagem por mais tempo, devido à maior durabilidade do produto seco, amplia a flexibilidade no cronograma de execução (Costa, 2005).

Contudo, vale destacar que a maior eficiência das argamassas industrializadas depende da correta adição de água e do tempo de mistura recomendado pelo fabricante. Uma incorreta preparação no canteiro pode anular os benefícios do produto e gerar falhas no revestimento. Por esse motivo, é fundamental o treinamento da equipe de aplicação e o acompanhamento técnico, especialmente nas primeiras utilizações do sistema (Ribas, 2008).

A adoção de argamassas industrializadas também contribui com aspectos de segurança no trabalho. Com a diminuição da necessidade de transporte manual de materiais e o menor manuseio de cimento, há redução da exposição dos trabalhadores a poeiras e esforços repetitivos. Essa melhoria nas condições

ergonômicas é especialmente relevante em canteiros verticais ou com limitações de espaço (Piazza, 2012).

Em termos ambientais, as argamassas industrializadas também apresentam vantagens. A produção controlada permite menor desperdício de materiais e menor consumo de água. Além disso, muitos fabricantes incorporam adições minerais recicladas, como cinza volante ou escória, contribuindo para a sustentabilidade do setor da construção civil (Silva, 2012).

Do ponto de vista técnico, outra vantagem das argamassas industrializadas é a incorporação de aditivos que não são facilmente manejáveis no canteiro, como os poliméricos, os plastificantes e os redutores de retração. Esses aditivos conferem desempenho superior ao produto final, sendo especialmente úteis em obras com exigência de alto padrão de acabamento ou exposição a condições ambientais severas (Cirilo e Melo, 2018).

A decisão entre o uso de argamassa convencional ou industrializada deve levar em consideração não apenas o custo do material, mas uma análise global do sistema: produtividade da mão de obra, logística de transporte, exigências técnicas da obra e prazos. Em muitas situações, o investimento inicial mais elevado da argamassa industrializada é compensado pela menor ocorrência de patologias e pela durabilidade superior do revestimento (Ribas, 2008; Ferreira, 2010).

3.9. DISCUSSÕES A RESPEITO DAS ARGAMASSAS

Como visto nos capítulos anteriores, as argamassas industrializadas diferem das convencionais em diversos aspectos: econômicos, técnicos, logísticos, dentre outros. Em relação aos aspectos econômicos, as argamassas industrializadas possuem um custo mais elevado de aquisição em relação às argamassas convencionais, o que requer bastante estudo de viabilidade para justificar sua escolha. Porém, é possível notar através das Figuras 7 e 8 que o emprego de mão de obra acontece de maneira mais intensa na utilização das argamassas convencionais, o que também impacta no custo final da utilização de ambas as argamassas.

Já em relação aos aspectos técnicos, é possível afirmar que, através do controle de qualidade rígido dos materiais, as argamassas industrializadas possuem maior padronização do produto final, além da qualidade superior dos materiais envolvidos na fabricação da própria argamassa. No caso das argamassas

convencionais, o controle de qualidade dos materiais empregados depende do sistema de gestão de qualidade tanto da obra, quanto dos fornecedores dos materiais adquiridos, como cimento, agregados e aditivos. A areia em si é um material que pode apresentar variância no seu teor de umidade, que, por ser armazenada em locais abertos, pode impactar diretamente em algumas propriedades no estado fresco da argamassa.

O aspecto logístico também é relevante para a escolha dentre os tipos de argamassa, o que se observa nos diversos processos de transporte envolvidos na utilização das argamassas, como apresentado pelas Figuras 7 e 8. Enquanto as argamassas industrializadas possuem 7 processos de transporte envolvidos desde o recebimento do material em obra até a aplicação no sistema de revestimento, as argamassas convencionais possuem 17 processos de transporte, significativamente maior que na utilização das argamassas industrializadas, o que pode comprometer mais ainda sua escolha, devido à maior possibilidade de ocorrência de falhas humanas no seu emprego.

4. CONCLUSÃO

A presente pesquisa abordou os aspectos técnicos e funcionais das argamassas de revestimento, destacando suas propriedades físicas, químicas e mecânicas, bem como os processos de aplicação e as diferenças entre os sistemas convencionais e industrializados. Observou-se que o desempenho das argamassas está diretamente relacionado à correta dosagem dos materiais, ao controle das variáveis de produção e ao tipo de substrato onde serão aplicadas.

A análise das propriedades como massa específica, teor de ar, trabalhabilidade, retenção de água e resistência mecânica evidenciou a complexidade dos fatores que influenciam o comportamento da argamassa tanto no estado fresco quanto no endurecido. Tais propriedades estão interligadas e requerem equilíbrio no traço para garantir boa aderência, durabilidade e desempenho técnico ao longo da vida útil da edificação.

Outro ponto relevante do estudo foi a comparação entre as argamassas convencionais e industrializadas. Ficou evidente que, embora as argamassas convencionais apresentem um menor custo inicial, elas exigem maior controle de qualidade no canteiro e estão mais suscetíveis a variações que comprometem a uniformidade do revestimento. Já as argamassas industrializadas, apesar do custo mais elevado, demonstraram maior padronização e desempenho superior em diversas propriedades.

As figuras apresentadas, especialmente os fluxogramas dos processos produtivos, reforçaram a diferença operacional entre os dois sistemas. As argamassas industrializadas exigem menos etapas e menor esforço de transporte e manuseio, o que favorece a produtividade e a segurança no canteiro. Por outro lado, o processo convencional demanda atenção em cada fase de preparo e aplicação, com maior probabilidade de erros e perdas de material.

Em termos de aplicação prática, os resultados indicam que a escolha entre o sistema convencional ou industrializado deve considerar não apenas os custos, mas também a complexidade da obra, a qualificação da mão de obra, as exigências de desempenho e as condições logísticas. Obras de grande porte ou com cronograma reduzido se beneficiam mais do uso de argamassas industrializadas, enquanto projetos menores podem optar pelas convencionais, desde que haja controle técnico rigoroso.

Conclui-se, portanto, que o conhecimento aprofundado sobre os componentes, propriedades e processos de aplicação das argamassas é fundamental para a tomada de decisões mais assertivas na construção civil. A correta especificação do tipo de argamassa, associada ao controle de qualidade e às boas práticas de execução, é essencial para garantir revestimentos duráveis, seguros e esteticamente satisfatórios.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de Revestimentos de Argamassa**. 2002, 104 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13281: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023

_____. ABNT NBR 13529: **Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013

_____. ABNT NBR 13749: **Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013

_____. ABNT NBR 15258: **Argamassa para revestimentos de paredes e tetos - Determinação da resistência potencial de aderência à tração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021

_____. ABNT NBR 16372: **Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da finura pelo método de permeabilidade do ar (método de Blaine)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015

AZEVEDO, ARG et al. Influência da temperatura de sinterização de um substrato cerâmico na aderência de argamassas para construção civil. **Revista de Engenharia de Construção**, v. 19, p. 342-348, 2018.

BAUER, Elton et al. **Análise das argamassas de revestimento (industrializadas e usinadas), empregadas em obras do Distrito Federal, quanto aos requisitos e ao desempenho**. In: IX Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação das Construções (CINPAR), João Pessoa, Paraíba, 2013

CARASEK, Helena. **Aderência de argamassas a Base de Cimento Portland a substratos porosos – Avaliação dos Fatores Intervitentes e Contribuição as Estudo do Mecanismo da Ligação**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 285 p., 1996

CARASEK, Helena; CASCUDO, Oswaldo; SCARTEZINI, Luiz Maurício. **Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa**. Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, v. 4, n. 2001, p. 43-67, 2001.

CARASEK, Helena; DJANIKIAN, João Gaspar. **Aderência de argamassas à base de cimento Portland a substratos porosos: avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação**. São Paulo, São Paulo, 1996

CEOTTO, Luiz Henrique; BANDUK, Ragueb C.; NAKAKURA, Elza Hissae. **Revestimento de argamassas: Boas práticas em projeto, execução e avaliação**. ANTAC, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2005

CIRILO, Fabio; MELO, André TS. **Comparativo de desempenho ambiental entre argamassa industrializada e argamassa virada em obra**. In: Congresso Brasileiro sobre gestão do ciclo de vida, Brasília, Distrito Federal, p. 62-67, 2018.

COSTA, Fernanda Nepomuceno. **Processo de Execução de Revestimento de Fachada de Argamassa: Problemas e Oportunidades de Melhoria**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 195 p., 2005

COUTINHO, Sandra Moscon; PRETTI, Soraya Mattos; TRISTÃO, Fernando Avancini. **Argamassa preparada em obra x argamassa industrializada para assentamento de blocos de vedação: Análise do uso em Vitória-ES**. Teoria e prática na Engenharia Civil, Vitória, Espírito Santo, v. 21, p. 41-48, 2013.

DUBAJ, Eduardo. **Estudo comparativo entre traços de argamassa de revestimento utilizadas em Porto Alegre**. 2000.

FERREIRA, Beatriz Bernardes Dias. **Tipificação de patologias em revestimentos argamassados**. Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2010

JUNIOR, Ivan Francklin; AMARAL, Tatiana Gondim do. **Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil**. Ciência ET praxis, v. 1, n. 02, p. 11-16, 2008.

MACIEL, Luciana Leone; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, Fernando Henrique. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. São Paulo: EPUSP, 1998.

MARGALHA, Maria Goreti. **Conservação e Recuperação do Património. Documento de apoio às aulas de conservação e recuperação do património**, Universidade de Evora, Évora, Portugal, 2008

MORAES, João Victor Oliveira de. **Avaliação da aderência do sistema de revestimento argamassa com o uso da solução de cai no preparo da base**. Instituto Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco, 2021

NAKAKURA, Elza Hissae. **Análise e classificação das argamassas industrializadas segundo a NBR 13 281 e a MERUC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003

PAES, Isaura Lobato; BAUER, Elton; CARASEK, Helena. **Revestimento em argamassa: influência do substrato no transporte e fixação de água, nos momentos iniciais pós-aplicação**. Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, São Paulo, São Paulo, p. 557-568, 2003

PAES, Isaura Nazaré Lobato. **Avaliação do transporte de água em revestimentos de argamassa nos momentos iniciais pós-aplicação**. Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2004

PIAZZA, F.A.R. **Conhecendo argamassa**. 2ª Edição. Porto Alegre: EdiPUCRS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 189 p., 2012

POLITO, Giulliano; JUNIOR, Antônio Neves; BRANDÃO, Paulo Roberto Gomes. **Caracterização microestrutural da interface argamassa mista/bloco cerâmico**. Construindo, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2010

RIBAS, Leonardo Calcagno et al. **Argamassa industrializada em sacos versus argamassa produzida no canteiro de obra: logística, custo e desempenho do material aplicado**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2008

ROMÃO, Bruno Sérgio dos Santos; FERNANDES, Carlos Augusto Marzuca. **Análise da resistência à compressão da argamassa estabilizada**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 37 p., 2017

SABBATINI, Fernando Henrique. A industrialização e o processo de produção de vedações: utopia ou elemento de competitividade empresarial. **Seminário Vedações Verticais**, v. 1-20, 1998.

SCARTEZINI, Luís Maurício et al. **Influência do preparo da base na aderência e na permeabilidade à água dos revestimentos de argamassa**. Ambiente Construído, v. 2, n. 2, p. 85-92, 2002

SILVA, Francisco Gabriel Santos; BAUER, Elton. **Avaliação da fissuração em argamassas**. VIII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Curitiba, Paraná, 2009

SILVA, Narciso Gonçalves da et al. **Avaliação da retração e da fissuração em revestimento de argamassa na fase plástica**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2012

SILVA, Rafael Araújo Dias; PEREIRA, Rodolfo Bringel; PÓVOAS, Yêda Vieira. **Viabilidade da Utilização de Argamassa Estabilizada Através do Ensaio de Arrancamento**. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 4, n. 4, p. 19-27, 2019

STOLZ, Carina Mariane. **Análise dos principais parâmetros que influenciam na área de contato substrato/argamassa de revestimento**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2015