

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

DARLAN LINS DE SOUZA

**UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSAS ESTABILIZADAS, DE ASSENTAMENTO E
REVESTIMENTO, NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA DISCUSSÃO ACERCA DO
ASSUNTO**

Cajazeiras-PB
2022

DARLAN LINS DE SOUZA

UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSAS ESTABILIZADAS, DE ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO, NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA DISCUSSÃO ACERCA DO ASSUNTO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, sob Orientação do Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva.

Cajazeiras-PB
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S729a Souza, Darlan Lins de

Utilização de argamassas estabilizadas, de assentamento e revestimento, na construção civil: uma discussão acerca do assunto/Darlan Lins de Souza – Cajazeiras/PB: IFPB, 2022.

54f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Civil - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB, Campus Cajazeiras. Cajazeiras, 2022.

Orientador(a): Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva.

1. Argamassa estabilizada 2. Argamassa de revestimento 3. Argamassa de assentamento 4. Engenharia Civil I. Souza, Darlan Lins de II. Título

CDU: 624:691.53

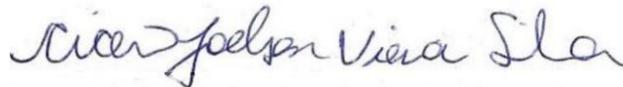
DARLAN LINS DE SOUZA

UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSAS ESTABILIZADAS, DE ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO, NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA DISCUSSÃO ACERCA DO ASSUNTO

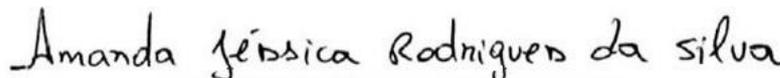
Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 21 de março de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Orientador



Prof^a. Me. Amanda Jéssica Rodrigues da Silva – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 1



Documento assinado digitalmente

GASTAO COELHO DE AQUINO FILHO

Data: 31/03/2022 17:47:23-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Me. Gastão Coelho de Aquino Filho – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 2

Dedico este trabalho especialmente aos meus pais e familiares pelo amor, dedicação e apoio em todos os momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me concedido saúde, força e disposição durante toda esta longa caminhada. Sem ele, nada disso seria possível.

Aos meus pais, Daniel Lins de Souza e Narcisa Faustino de Souza, e irmãs, Darlene Kelly Lins de Souza e Débora Lins de Souza, pelo cuidado e carinho que me deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Presenças que significaram segurança e certeza de que não estava sozinho nessa caminhada.

À minha namorada Maria Rita de Sousa, que jamais me negou apoio, carinho e incentivo. Obrigado por ser tão atenciosa.

Ao meu professor e orientador Cicero Joelson Vieira Silva, que apesar de todas as suas ocupações acadêmicas, aceitou a orientação e teve discernimento para ajudar do início ao fim.

Aos professores do IFPB – *Campus* Cajazeiras, que com muito esforço e dedicação, tentaram me passar o melhor do seu conhecimento.

Aos amigos e grupo “senhores de civil” pelo companheirismo, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

RESUMO

Nos últimos anos, a indústria da construção civil passou por mudanças significativas, e muitas tecnologias e novos produtos surgiram durante esse processo evolutivo. No campo das argamassas de revestimento e assentamento, um produto que ganhou bastante destaque foi a argamassa estabilizada, cujas principais vantagens em relação às argamassas convencionais são maiores tempos de pega e menor espaço ocupado no canteiro de obras devido a argamassa não ser produzida *in loco*. O presente trabalho tem como objetivo analisar a implementação de argamassas estabilizadas, de assentamento e revestimento, na construção civil. Para tanto, foi adotada uma metodologia dividida em quatro fases: levantamento bibliográfico, avaliação das bibliografias encontradas, fichamento e tabulação dos dados. A pesquisa é cunho explicativo e descritivo, baseada em um estudo bibliográfico. Os resultados coletados dos ensaios foram divididos em dois grupos: argamassa no estado fresco e endurecido. No primeiro, os dados coletados dos ensaios foram os de densidade de massa, retenção de água, teor de ar incorporado e índice de consistência. Já no segundo, foram os de resistência à compressão, resistência à tração à flexão, resistência potencial de aderência à tração, coeficiente de capilaridade e absorção de água por capilaridade. Em relação à consistência, as argamassas estabilizadas possuem um espalhamento menor que as tradicionais devido ao tempo de estabilização, o que não necessariamente influenciará na trabalhabilidade. No que concerne a resistência de aderência à tração, as argamassas estabilizadas possuem maior desempenho devido à quantidade de água adicionada à mistura e ao grau de hidratação do cimento. Logo, o uso de argamassas estabilizadas é viável, visto que elas apresentam melhor desempenho quando comparadas às convencionais. Por fim, é necessário um maior aprofundamento em estudos como também o surgimento de normas regulamentadoras uma vez que só existe normatização para argamassas convencionais e não para esse tipo de produto.

Palavras-chave: argamassa estabilizada; argamassa de revestimento; argamassa de assentamento; propriedades.

ABSTRACT

In recent years, the construction industry has undergone significant changes, and many technologies and new products have emerged during this evolutionary process. In the field of coating and laying mortars, a product that gained considerable prominence was stabilized mortar, whose main advantages compared to conventional mortars are longer setting times and less space occupied at the construction site, due to the mortar not being produced *in loco*. The present work aims to analyze the implementation of stabilized mortars, for laying and coating, in civil construction. Therefore, a methodology divided into four phases was adopted: bibliographic survey, evaluation of the bibliographies found, filing and tabulation of the data. The research is explanatory and descriptive, based on a bibliographic study. The results collected from the tests were divided into two groups: fresh and hardened mortar. In the first one, the data collected from the tests were the mass density, water retention, incorporated air content and consistency index. In the second, they were those of compressive strength, flexural tensile strength, potential tensile adhesion strength, capillarity coefficient and water absorption by capillarity. Regarding consistency, stabilized mortars have a lower spread than traditional mortars due to the stabilization time, which will not necessarily influence workability. Regarding the tensile bond strength, the stabilized mortars have higher performance due to the amount of water added to the mixture and the degree of hydration of the cement. Therefore, the use of stabilized mortars is viable, since they have better performance when compared to conventional ones. Finally, further studies are needed as well as the emergence of regulatory standards since there is only standardization for conventional mortars and not for this type of product.

Keywords: stabilized mortar; coating mortar; laying mortar; properties.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção de argamassa convencional <i>in loco</i>	17
Figura 2 - Esquema de produção e distribuição da argamassa estabilizada.	26
Figura 3 - Evolução da hidratação do cimento.	27
Figura 4 - O efeito de concentrações variadas de retardador AEH sobre a taxa de hidratação do cimento.	28
Figura 5 - Recebimento e armazenamento da argamassa estabilizada.	30
Figura 6 - Argamassa estabilizada com película de água.	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das argamassas quanto suas funções.....	20
Quadro 2 - Classificação das argamassas.....	20
Quadro 3 - Ensaio realizados e normas correspondentes.	36
Quadro 4 - Requisitos e classificação das argamassas quanto à densidade de massa no estado fresco.....	38
Quadro 5 - Requisitos e classificação das argamassas quanto à retenção de água.....	39
Quadro 6 - Requisitos e classificação das argamassas quanto à densidade de massa aparente no estado endurecido.	41
Quadro 7 - Requisitos e classificação das argamassas quanto à resistência à compressão.....	42
Quadro 8 - Requisitos e classificação das argamassas quanto à resistência à tração na flexão.	42
Quadro 9 - Resistências mínimas de aderência a tração.	43
Quadro 10 - Requisitos e classificação das argamassas quanto a resistência potencial de aderência à tração.....	44
Quadro 11 - Requisitos e classificação das argamassas quanto o coeficiente de capilaridade.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teor de ar incorporado e densidade de massa no estado fresco.....	37
Tabela 2 - Retenção de água.....	38
Tabela 3 - Índice de Consistência.....	39
Tabela 4 - Densidade de massa aparente no estado endurecido.....	40
Tabela 5 - Resistência à compressão e resistência à tração na flexão.....	41
Tabela 6 - Resistência potencial de aderência à tração.....	43
Tabela 7 - Absorção de água por capilaridade.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1	ARGAMASSA CONVENCIONAL.....	17
3.1.1	<i>Definição e generalidades.....</i>	<i>17</i>
3.1.2	<i>Constituintes.....</i>	<i>18</i>
3.1.3	<i>Aplicações e funções.....</i>	<i>19</i>
3.1.4	<i>Classificação</i>	<i>20</i>
3.1.5	<i>Propriedades</i>	<i>21</i>
3.2	EVOLUÇÃO DOS MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	24
3.3	ARGAMASSA ESTABILIZADA	25
3.3.1	<i>Definição e generalidades.....</i>	<i>25</i>
3.3.2	<i>Constituintes.....</i>	<i>26</i>
3.3.3	<i>Aplicações</i>	<i>29</i>
3.3.4	<i>Recebimento e armazenamento</i>	<i>29</i>
3.3.5	<i>Vantagens e desvantagens.....</i>	<i>31</i>
4	METODOLOGIA.....	33
4.1	MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1.1	<i>Levantamento bibliográfico</i>	<i>33</i>
4.1.2	<i>Avaliação das bibliografias encontradas.....</i>	<i>34</i>
4.1.3	<i>Fichamento.....</i>	<i>34</i>
4.1.4	<i>Tabulação dos dados</i>	<i>35</i>

5	RESULTADOS E ANÁLISES	36
5.1	TEOR DE AR INCORPORADO E DENSIDADE DE MASSA NO ESTADO FRESCO	37
5.2	RETENÇÃO DE ÁGUA.....	38
5.3	ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA	39
5.4	DENSIDADE DE MASSA APARENTE NO ESTADO ENDURECIDO	40
5.5	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO	41
5.6	RESISTÊNCIA POTENCIAL DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO.....	42
5.7	ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE E COEFICIENTE DE CAPILARIDADE.....	44
6	CONCLUSÃO.....	46
	REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos principais setores industriais, sendo fundamental para o desenvolvimento econômico e social, gerando empregos, investimentos, melhor qualidade de vida, entre outros fatores preponderantes para o crescimento das cidades (TESSARO; SÁ; SCREMIN, 2012).

No Egito, na década de 4000 à 2000 a.C., já se construía em grande escala, usando pedras e tijolos como matéria-prima e conectando-os com formas primitivas de cal e argamassa. Antes da renovação industrial, ainda era uma atividade com pouca inovação tecnológica, quando o aço, o concreto e novos equipamentos surgiram para aumentar a produtividade da indústria (ALGARVIO, 2009).

Segundo Antoniazzi (2019), antes da crise que se iniciou em 2015, a indústria da construção civil no Brasil passava por um período muito intenso, exigindo o desenvolvimento de muitas tecnologias e novos produtos para simplificar o processo construtivo. Por trás da superestimação imobiliária está o grande volume de construção, que muitas vezes vem acompanhado de escassez de mão de obra qualificada, encurtamento do prazo de construção e falta de logística e gerenciamento nos canteiros de obras. Tudo isso acaba gerando problemas com a qualidade final dos produtos fornecidos, que está relacionada à baixa qualidade dos materiais e serviços prestados, e até mesmo à própria falta de fiscalização.

Quando se trata dos materiais, as argamassas produzidas em obras necessitam seleção, recebimento e armazenamento de materiais (cimento, cal, ligantes e aditivos), além de fabricar o produto no misturador, também requer mão de obra para descarregar, preparar e transportar os materiais. Todas essas etapas precisam ser controladas a cada estágio, portanto, há perda de produtividade nos canteiros de obras, o que abre um precedente para a investigação dessa realidade e a eficiência de algumas alternativas que prometem mudar esse quadro (OLIVEIRA, 2017).

Dessa forma, as argamassas dosadas em central, entregues úmidas nos canteiros de obras, surgem entre as novas soluções industrializadas. Chamadas de argamassas estabilizadas, cada vez mais comuns no mercado, são compostas de cimento e areia de granulometria muito finas, sendo também adicionado aditivos estabilizadores que controlam a hidratação do cimento e retardam a pega, proporcionam misturas prontas para o uso com durabilidade de manuseio de até 72 horas (WEISSEHEIMER, 2017).

Nesse aspecto, essas argamassas avançam ganhando espaço e conquistando as

construções, pois simplificam o processo construtivo, aumentam a produtividade e reduzem o desperdício nos canteiros de obras, pois evita a paralisação para confecção da argamassa e podem ser utilizados nos próximos dias, evitando o descarte ao final do turno, uma vez que a medida que o mercado da construção civil se torna cada vez mais competitivo e exigente em relação ao produto final ofertado, as construtoras têm de reduzir prazos e custos, mantendo a qualidade dos serviços prestados (OLIVEIRA, 2017).

Ainda cabe ressaltar, que quando empregada essa nova tecnologia, considerando a ampla utilização de argamassa no assentamento de alvenarias e revestimentos, tem-se a expectativa de reduzir a quantidade de resíduos gerados na obra. Como diz Karpinski *et al.* (2009), o principal responsável pela grande quantidade de resíduos gerados na construção civil é, muitas vezes, a destinação de argamassas, devido a superprodução da mesma.

Dessa forma, a argamassa estabilizada propõe uma solução material que apresenta um desafio em termos de tempo e manutenção das suas características de aplicação em revestimentos e assentamento de blocos. Assim, a importância de se aprofundar no comportamento e na atuação desse material se justifica por se tratar de um produto inovador na construção civil.

Outro fator importante é que mesmo tendo um crescimento usual acelerado, o Brasil não possui normas para argamassas estabilizadas, portanto, com base na revisão da literatura e comparação com argamassas tradicionais, o aprofundamento das pesquisas sobre esta nova tecnologia pode ser utilizado como parâmetro (JANTSCH, 2015).

Segundo Costa (2016) a comparação entre as argamassas torna-se importante para podermos analisar qual delas apresenta as melhores características e conseqüentemente o melhor desempenho na edificação. Além disso, os resultados obtidos com as argamassas convencionais são comparados com as especificações das normas regulamentadoras para analisar se essas argamassas estão em conformidade com as mesmas.

Diante do exposto, e considerando a demanda do setor da construção civil por novas tecnologias que visem simplificar o processo construtivo e reduzir desperdícios, este trabalho visa auxiliar na formulação e compreensão sobre o comportamento das propriedades das argamassas estabilizadas, objetivando analisar a implementação de argamassas estabilizadas, de assentamento e revestimento, na construção civil, visando a melhor compreensão desses materiais e de suas características por meio das normas vigentes e revisão de literatura.

1.1 ESTRUTURA DO TRABALHO

O referido trabalho está estruturado em seis capítulos. O primeiro inclui uma introdução à questão de pesquisa, a delimitação do assunto e a justificativa para a realização da pesquisa.

No segundo capítulo foram delineados o objetivo geral o qual descreve a ideia central deste trabalho e os objetivos específicos que detalham os procedimentos para o desenvolvimento da pesquisa.

A revisão bibliográfica dos conceitos abordados encontra-se no terceiro capítulo, informando sobre a argamassa estabilizada e convencional, suas definições, suas composições, suas aplicações, e suas propriedades.

Posteriormente, o quarto capítulo apresenta os métodos de pesquisa utilizados neste trabalho, ferramentas de coleta de dados e técnicas para analisar e organizar as informações obtidas.

No quinto capítulo são descritos os dados de ensaios coletados da literatura e a análise dos resultados, verificando se os requisitos legislativos e de revisão bibliográfica são atendidos.

Por fim, a conclusão dos resultados encontrados, com apontamentos sobre eles, melhorias que podem ser feitas e recomendações para trabalhos futuros, estão apresentados no sexto capítulo.

2 OBJETIVOS

Este capítulo descreve o objetivo geral designado como principal ponto da pesquisa e os objetivos específicos que enunciam as ações necessárias para alcançá-lo.

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a implementação de argamassas estabilizadas, de assentamento e revestimento, na construção civil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A fim de atingir o objetivo proposto, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- fazer levantamento bibliográfico acerca do tema;
- verificar e comparar o comportamento das argamassas estabilizadas em relação as argamassas convencionais, segundo os trabalhos estudados;
- avaliar a viabilidade técnica da substituição da argamassa tradicional pela argamassa estabilizada.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A definição, método de preparação, material de composição, aplicabilidade, classificação e propriedades requeridas da argamassa convencional e argamassa estabilizada no estado fresco e endurecido, estão apresentados neste capítulo. As informações aqui apresentadas são essenciais para o entendimento e desenvolvimento deste trabalho.

3.1 ARGAMASSA CONVENCIONAL

As argamassas mais antigas eram à base de areia e cal como ligantes, mas ao longo dos anos, novos materiais e tecnologias foram desenvolvidos. Uma dessas mudanças é o uso de cimento Portland como ligante, não apenas cal. E já no final do século XIX, a argamassa convencional tornou-se o insumo mais utilizado nos sistemas brasileiros de revestimentos manuais e de projeção, com destaque também na França, Reino Unido e Rússia (PARAVISI, 2008).

3.1.1 Definição e generalidades

Segundo a NBR 13529 (ABNT, 2013a), a argamassa convencional é um material de construção, com propriedades de aderência e endurecimento, obtido através de uma mistura homogênea de um ou mais ligantes (cimento e cal), água e agregado miúdo (areia), podendo conter aditivos.

Este tipo de argamassa é produzido na dosagem prescrita de acordo com os materiais utilizados. Porém, um grande problema com esse tipo de argamassa é a dosagem, muitas vezes inadequada quando dosada *in loco*, Figura 1, o que afetará seu desempenho requerido (RECENA, 2008).

Figura 1 - Produção de argamassa convencional *in loco*.



Fonte: Doce Obra, 2022.

Costa (2016) destaca ainda que comparada com a argamassa estabilizada, este tipo de argamassa envolve um número maior de processos para sua fabricação, por isso requer mais espaço para estocagem de materiais, maior demanda de materiais a serem transportados dentro do canteiro de obras e conseqüentemente uma maior utilização de mão de obra.

No entanto, Sebatke, Nunes e Sales (2021) informam que a produção total de argamassas industrializadas e não industrializadas no país chega a 120 milhões de toneladas por ano, sendo que apenas a região Nordeste produz 26,4 milhões de toneladas, respondendo por 22% da produção total do país.

3.1.2 Constituintes

As principais características e desempenho da argamassa dependem principalmente da dosagem e do tipo de materiais utilizados na sua produção. Desta maneira, é importante conhecer os materiais que compõem a mesma (MATOS, 2013).

Como já citado anteriormente, a NBR 13529 (ABNT, 2013a) define argamassa como um material constituído basicamente por até cinco elementos básicos, a saber: ligantes, agregado, água e aditivos.

Os ligantes são utilizados para unir as partículas de agregado na argamassa. Os dois mais utilizados são o cimento e a cal, e sua composição química, índice de finura e cura são importantes, além de conferir à argamassa propriedades como aderência e resistência (DUBAJ, 2000).

Costa (2016) comenta que o cimento é o principal ligante e é utilizado na argamassa devido ao seu endurecimento, pois é um ligante hidráulico que endurece em contato com a água. Além disso, também proporciona resistência e aderência à argamassa. Por outro lado, a cal é um ligante aéreo que endurece devido à secagem e à reação com o dióxido de carbono presente na atmosfera. Além disso, é utilizada em argamassas porque permite que a argamassa absorva deformações garantindo a estanqueidade do revestimento.

Outro constituinte da argamassa é o agregado, que Costa (2016) define como o esqueleto da argamassa. Segundo o autor, o agregado tem efeito direto nas seguintes propriedades da argamassa: retração, módulo de deformação, resistência mecânica, etc.

A água, por sua vez, é o componente da argamassa que proporciona a reação entre os materiais.

A argamassa convencional ainda pode conter ou não aditivos, conforme a NBR 13529 (ABNT, 2013), esses aditivos são designados como produtos, utilizados em pequenas

quantidades, 5% da massa do cimento, que visam potencializar as propriedades, tanto no estrado fresco como estado endurecido da argamassa.

3.1.3 Aplicações e funções

A argamassa é um material litoide artificial que pode ser utilizado para revestir pisos, tetos e paredes (emboço e reboco) ou para assentar tijolos, blocos, azulejos e ladrilhos, bem como para reparar obras de concreto e injeção (MEDEIROS, 2016).

Quando usada como revestimento, a argamassa pode simplesmente desempenhar um papel na cobertura de irregularidades na parede e tornar-se um componente estético da construção e ajudar a atender aos requisitos de segurança e habitabilidade. Portanto, segundo Medeiros (2001) a função do revestimento pode ser caracterizada da seguinte forma:

- o revestimento deve ter estabilidade mecânica e dimensional (resistência à tração, compressão, impacto e abrasão) e resistência ao fogo;
- deve ser aplicado verificando-se a contribuição da base para o desempenho do conjunto;
- deve contribuir para a umidade, calor e conforto acústico do ambiente;
- deve haver compatibilidade entre seus materiais constituintes e os materiais de base da aplicação;
- deve contribuir para a estanqueidade da parede e constituir uma barreira à penetração de água.

Quando utilizada para assentamento de tijolos e blocos, conforme Oliveira (2001), a argamassa tem as seguintes funções:

- distribuir uniformemente as cargas atuantes na parede por toda a área resistente dos blocos;
- selar as juntas contra a penetração de água de chuva;
- juntar as unidades de alvenaria com firmeza para ajudá-las a resistir aos esforços laterais;
- absorver as deformações naturais da alvenaria.

Já para obter um bom desempenho, de acordo com Sabbatini (1998), a argamassa deve possuir as seguintes características:

- trabalhabilidade;
- capacidade de retenção de água;
- resistência inicial;
- aderência adequada ao substrato;
- durabilidade;
- resistência suficiente para acomodar todas as deformações sem que ocorram fissuras.

3.1.4 Classificação

As argamassas podem ser utilizadas em vários locais com diferentes funções, sendo que cada obra visa uma série de características correspondentes a um determinado tipo de argamassa (SANTOS, 2011). Dessa forma, Laverde *et al.* (2017) classificam as argamassas em cinco funções, tais como: construção de alvenaria, revestimento, contrapiso, argamassas para cerâmica e argamassas para reparo de estruturas. O Quadro 1 mostra os tipos de argamassa para cada função.

Quadro 1 - Classificação das argamassas quanto suas funções.

Função	Tipos
Para construção de alvenaria	Argamassa de assentamento Argamassa de fixação (ou encunhamento)
Para revestimento de paredes e tetos	Argamassa de chapisco Argamassa de emboço Argamassa de reboco Argamassa de camada única Argamassa para revestimento decorativo monocamada
Para revestimento de piso	Argamassa de contrapiso Argamassa de alta resistência para piso
Para revestimentos cerâmicos (paredes/pisos)	Argamassa de assentamento de peças de cerâmica-colante Argamassa de rejuntamento
Para recuperação de estruturas	Argamassa de reparo

Fonte: Laverde *et al.*, 2017.

Além disso, de acordo com a NBR 13530 (ABNT, 1995), existem vários critérios que podem ser utilizados para classificar as argamassas, conforme mostrado na Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação das argamassas.

Critério de classificação	Tipos
Quanto à natureza do ligante	Argamassa aérea Argamassa hidráulica
Quanto ao número de ligantes	Argamassa simples Argamassa mista
Quanto ao tipo de ligante	Argamassa de cal Argamassa de cimento Argamassa de cimento e cal Argamassa de gesso Argamassa de cal e gesso
Quanto à forma de preparo ou fornecimento	Argamassa preparada em obra Argamassa industrializada Argamassa dosada em central Mistura semipronta para argamassa
Quanto à consistência da argamassa	Argamassa seca Argamassa plástica Argamassa fluida

Critério de classificação	Tipos
Quanto à densidade de massa da argamassa	Argamassa leve Argamassa normal Argamassa pesada
Quanto à plasticidade da argamassa	Argamassa pobre ou magra Argamassa média ou cheia Argamassa rica ou gorda

Fonte: NBR 13530 (ABNT, 1995).

3.1.5 Propriedades

Segundo Costa (2016), para que as argamassas funcionem adequadamente, elas precisam apresentar propriedades específicas, que podem estar nos dois estados que os materiais passam durante o processo de emprego como insumo de um sistema de revestimento e assentamento: estado fresco e endurecido. Assim, para garantir o desempenho esperado, a argamassa deve atender aos requisitos regulamentares para as duas fases (TREVISOL JÚNIOR, 2015).

De acordo com o Manual de Revestimentos da Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (2002), as propriedades da argamassa devem ser compatíveis com à forma de aplicação, à natureza da base, às condições climáticas locais e ao sistema de acabamento recomendado.

No entanto, Laverde *et al.* (2017) acreditam que os parâmetros exigidos da argamassa no estado fresco devem ser satisfatórios em dois momentos: antes da aplicação no substrato e nos momentos após a aplicação. As propriedades no estado fresco afetam diretamente o resultado final do revestimento e assentamento. Se forem detectados problemas nas mesmas, a dosagem da argamassa pode ser alterada, por exemplo, para evitar problemas no futuro.

Para a argamassa em seu estado fresco, vários pesquisadores tentaram determinar e conceituar cada uma de suas características, com base em testes e discussões, dividindo o mesmo na fase de pré-aplicação (densidade de massa, teor de ar incorporado, plasticidade, trabalhabilidade) e também logo após o lançamento do material à base (retenção de água, adesão inicial, porosidade, consistência).

Do Ó (2004) define a densidade de massa como a propriedade relativa ao peso do material em um determinado volume. Segundo o autor, ela afeta diretamente a trabalhabilidade e é influenciada pelo teor de ar incorporado e pela natureza do agregado.

Asano (2016) comenta que por formar microbolhas entre as partículas do ligante, os agregados e a água, o teor de ar incorporado torna a argamassa mais leve, plástica e trabalhável.

Albuquerque (2019) fala que a plasticidade é a capacidade da argamassa se deformar

sem ruptura quando uma força é aplicada sob o material. Além disso, quando a força é maior que sua condição elástica, mesmo que a carga seja removida, a deformação ainda existe. Esta propriedade é afetada principalmente pelo teor de ar incorporado, o conteúdo de partículas finas, a natureza e o conteúdo do ligante, o tamanho da partícula do agregado e a presença de aditivos.

Rodrigues Filho (2013) define a trabalhabilidade como as características relacionadas à facilidade de operação da argamassa, incluindo seu manuseio e aplicação. A mesma é a propriedade com tradução mais ampla dentre todas, pois é afetada pelas demais. Assim, é mensurada por aspectos como: tempos de pega excessivos ou rápido; segregação ou exsudação excessiva; fluidez demasiada ou insuficiente; baixa ou alta adesão inicial; aspereza elevada ou pastosa. No entanto, a maior influência na trabalhabilidade é a plasticidade e consistência da argamassa.

Sousa (2005) designa que a retenção de água é a propriedade da argamassa responsável em manter a quantidade de água em sua composição e, portanto, permanecer fresca por um período de tempo. Assim, este parâmetro permite que o material resista à evaporação, exsudação, sucção excessiva do substrato e reações de hidratação. A retenção de água é afetada pelo teor de finos da argamassa, pela presença ou ausência de aditivos e pela natureza do ligante.

Do Ó (2004) comenta que a adesão inicial é a propriedade que permite que um material se fixe a um substrato imediatamente após a aplicação. Essa ancoragem inicial é afetada pelas propriedades reológicas do material, retenção de água e condições de aplicação e substrato.

Santos (2003) explica que a porosidade é a propriedade que garante o escoamento da água do meio mais concentrado (argamassa) para a área menos concentrada (substrato), promovendo assim o transporte da pasta de cimento para a superfície porosa da camada de base, afetando assim o travamento mecânico do material por meio da ancoragem.

Rodrigues Filho (2013) fala que a consistência é a propriedade da argamassa de resistir às deformações pela ação da força sobre ela. A mesma também pode ser medida usando parâmetros reológicos, como tensão de escoamento e viscosidade. Esta propriedade é influenciada pelo teor de ar incorporado, teor de água, natureza e granulometria do agregado e teor de ligante.

O estado endurecido controla o desempenho da argamassa através da hidratação das partículas de cimento, durante a qual o material começa a solidificar, com isso seu módulo de elasticidade aumenta, perde plasticidade e ganha resistência mecânica (ALBUQUERQUE, 2019). Segundo Trevisol Júnior (2015), as argamassas endurecidas possuem propriedades que

podem ser avaliadas diretamente em corpos de prova, enquanto outras devem ser avaliadas através da ligação dessas argamassas ao substrato.

Para as características da argamassa endurecida, vários autores explicaram os parâmetros que controlam o estado de endurecimento, que podem ser resumidos em quatro parâmetros principais: adesão, capacidade de absorver deformação, resistência mecânica (tração e compressão) e permeabilidade.

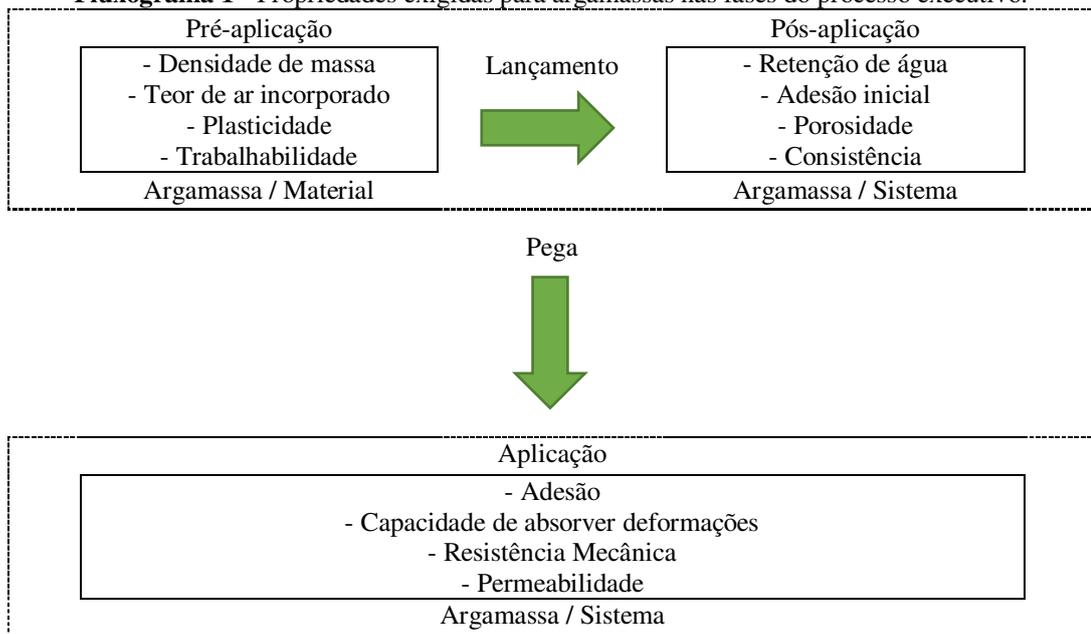
Rodrigues Filho (2013) define a adesão como a propriedades que assegura a fixação da argamassa ao substrato por ancoragem físico-química, formam o sistema de revestimento e afetam diretamente o seu desempenho. A mesma é influenciada pelos parâmetros da argamassa (retenção de água, natureza do material, teor de ligante), substrato (permeabilidade, rugosidade, tortuosidade) e interface argamassa/substrato (grau de adesão).

Albuquerque (2019) comenta que a capacidade de absorver deformações é a propriedade relacionada à capacidade de um material de absorver e até mesmo seguir deformações impostas por forças aplicadas, sejam elas internas ou externas. Está relacionado com o módulo de elasticidade.

Saraiva (1998) fala que a resistência mecânica é a propriedade que se refere a um estado interno consolidado capaz de suportar diversas fontes e tipos de tensões mecânicas (tração, compressão e cisalhamento) sem fratura. De acordo com o tipo de força, ela é dividida em dois tipos: resistência à compressão e resistência à tração à flexão.

Araújo Junior (2004) designa que a permeabilidade é a propriedade que a argamassa tem de permitir a passagem de água em seu volume de material, podendo ocorrer por capilaridade, difusão ou osmose. Ela é afetada principalmente pelo tamanho das partículas e pela natureza do agregado, pelo teor de finos e pela presença de aditivos.

Levando em consideração as três principais fases em que as argamassas precisam garantir o desempenho em seus parâmetros de emergência (fase pré-aplicação, fase pós-aplicação e aplicação), o Fluxograma 1 resume as propriedades que precisam ser consideradas pelos profissionais responsáveis pelo projeto e execução do revestimento e assentamento no canteiro de obras ao especificar argamassas para atender a determinadas condições do projeto.

Fluxograma 1 - Propriedades exigidas para argamassas nas fases do processo executivo.

Fonte: Adaptado de Albuquerque, 2019.

3.2 EVOLUÇÃO DOS MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Desde a sua fundação, a indústria de materiais de construção está em constante mudança, buscando novas soluções que tenham um impacto positivo na qualidade e produtividade dos projetos. Considerando a importância socioeconômica da construção civil nas atividades humanas, se comparada a outras indústrias, ainda é uma indústria com muito desperdício e falta de produtividade (WEISSEHEIMER, 2017).

Pesquisadores como Formoso, Cesare e Lantelme (1997) apontam que essas perdas não são apenas desperdícios de materiais, mas também o uso ineficiente de equipamentos, mão de obra e recursos, havendo uma necessidade constante de inovações tecnológicas e gerenciais para a melhoria do processo produtivo.

Dito isso, a indústria da construção civil vem passando por uma grande transformação e não se limita mais ao uso de materiais produzidos localmente, agora é possível produzir materiais em grande escala e distribuí-los globalmente. O avanço da tecnologia, o surgimento de diversos materiais nesta nova situação tem levado ao desenvolvimento de materiais altamente processados, como os aditivos químicos que melhoram o desempenho dos insumos da construção, e proporcionam aos materiais maior durabilidade, resistência e eficiência (CALKINS, 2009).

Weissheimer (2017) comenta que os fatores que causam esses avanços podem ser atribuídos ao grande número de edificações, ao aumento dos custos de mão de obra e ao maior

grau de especialização de técnicos e engenheiros, que passaram a adotar métodos construtivos de projeto mais econômicos e eficientes, além do aumento da disponibilidade de tecnologias sofisticadas e de novas regulamentações, que direcionam a construção civil a materiais mais complexos.

Exemplo disso é a argamassa estabilizada, que deve mudar todo o cenário da construção civil, pois, por sua estabilidade a longo prazo, melhora a produtividade do canteiro de obras e reduz o desperdício.

3.3 ARGAMASSA ESTABILIZADA

A argamassa industrializada surgiu na década de 1950, representando a evolução do sistema produtivo da construção civil, que pode proporcionar maior padronização e agilidade ao processo. Porém, só foram aperfeiçoadas na década de 1970, nessa época, na Alemanha, foram adicionados aditivos retardantes ao produto para manter essas argamassas estáveis por até 72 horas, mantendo suas características de uso, dando origem as argamassas estabilizadas (SILVA, 2007).

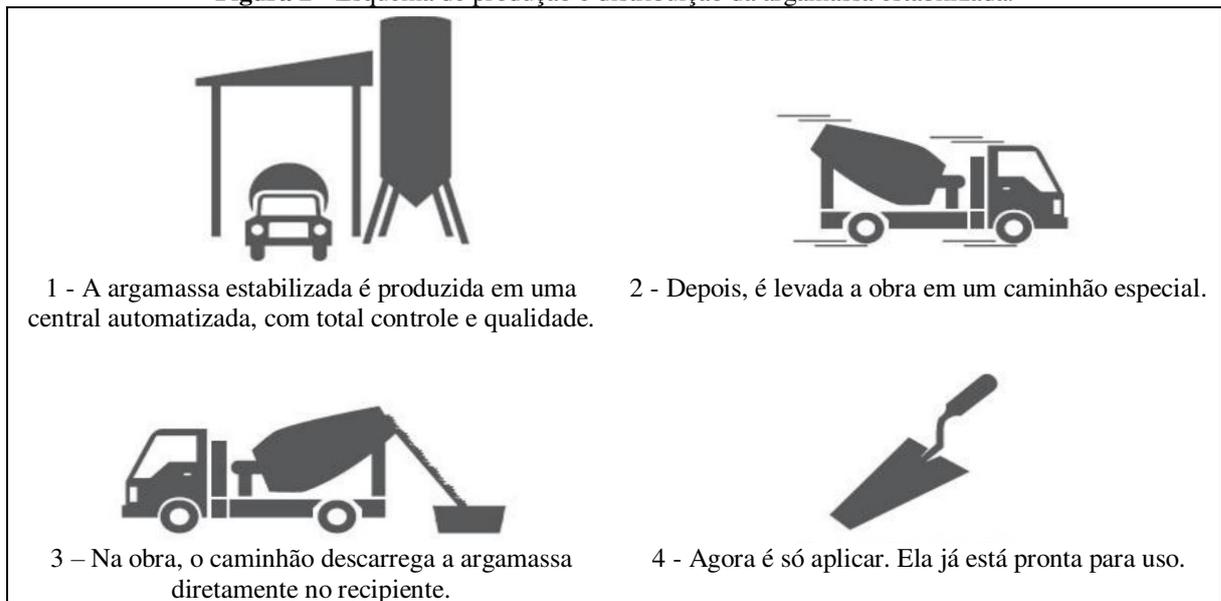
Posteriormente, em 1985, passou a ser utilizado em São Paulo, Brasil. Porém, foi somente a partir da década de 1990 que o processo ganhou destaque e entrou com mais força no mercado da construção civil, pois demonstrou grande capacidade de atendimento às necessidades das construtoras. Por meio da produção em larga escala, classificação de materiais, controle técnico, assistência técnica e monitoramento, essas argamassas podem agilizar o processo construtivo e atender a projetos de grande porte em um curto espaço de tempo (MARTINS NETO; DJANIKIAN, 1999).

3.3.1 Definição e generalidades

As argamassas estabilizadas são definidas como argamassas úmidas, que são dosadas em central de concreto, prontas para uso e tem uma vida útil mais longa do que as argamassas convencionais (OLIVEIRA, 2017). A Figura 2 mostra o esquema de produção e distribuição desta argamassa.

Essas argamassas são compostas por ligantes, areia, água e aditivos específicos, um deles é o aditivo estabilizante de hidratação (AEH). De acordo com o teor desse aditivo, o material combinado e a formulação, permitem a aplicação da argamassa por até 72 horas, aumentando assim a produtividade (MACIOSKI; COSTA; CASALI, 2015).

Figura 2 - Esquema de produção e distribuição da argamassa estabilizada.



Fonte: Adaptado de Santos e Ciocari, 2020.

No entanto, Jantsch (2015), acredita que o uso de argamassa estabilizada ainda é muito raro no Brasil e está limitado a alguns mercados regionais muito específicos. Em 2007 existiam mais de 500 fábricas de argamassas estabilizadas na Europa com uma produção anual de 6000 m³, enquanto o Brasil possuía apenas 12 fabricantes, com uma produção anual de 400 m³ de material por mês, por empresa.

Em resumo, pode-se dizer que pouco se sabe sobre o verdadeiro desempenho da argamassa estabilizada. Ressalta-se também que, ao contrário das argamassas convencionais, as argamassas estabilizadas não são muito difundidas em todo o País. Atualmente não existe uma norma brasileira que regule suas características ou desempenho, por isso há incertezas quanto à sua qualidade.

3.3.2 *Constituintes*

A composição da argamassa estabilizada, para Matos (2013), é semelhante à argamassa tradicional, mas sem adição de cal à mistura. Geralmente, essas argamassas são compostas de cimento, agregado fino, água potável e aditivos estabilizadores de hidratação (AEH) e aditivos incorporadores de ar (IAR).

Em Brasília, as empresas de concreto utilizam os cimentos CP V e CP II-F 40 para preparar argamassas estabilizadas, pois o concreto ganha maior resistência à compressão nos estágios iniciais (OLIVEIRA, 2017). No entanto, Jantsch (2015) não recomenda o uso de CP V para a produção de argamassas devido à sua maior finura e esta característica tem maior

probabilidade de causar fissuras. Em outras regiões são utilizados outros tipos de cimento, por exemplo, no Sul do Brasil, segundo Trevisol Júnior (2015), são utilizados os cimentos CP II F-32 e CP II Z-32.

A areia, por sua vez, utilizada no preparo da argamassa é classificada como areia fina, com módulo de finura próximo a 1,55, e contínuas (OLIVEIRA, 2017).

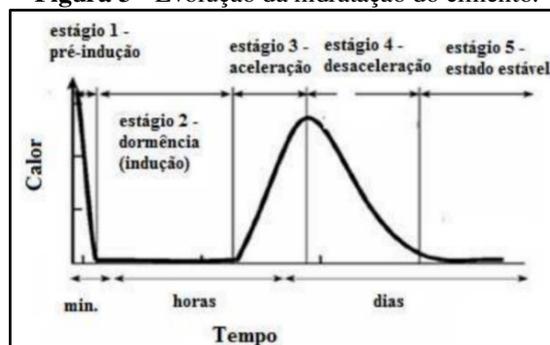
Outro componente da argamassa é a água, que proporciona a reação entre os materiais. Embora seja utilizado para ajustar a consistência da mistura para obter uma melhor trabalhabilidade da argamassa, sua adição deve ser controlada e o conteúdo pré-determinado em projeto deve ser respeitado (ABCP, 2002).

Dentre os insumos das argamassas estabilizadas temos ainda o AEH, que é utilizado para aumentar o tempo de aplicação da argamassa. Desta forma cabe destacar como se dá a evolução da hidratação do cimento. De acordo com Oliveira (2017) cinco principais reações ocorrem:

- período pré-indução;
- período de indução;
- aceleração;
- desaceleração;
- estado estável.

Pode-se observar na Figura 3 que após o contato do cimento com a água, ele libera uma grande quantidade de calor (fase 1 - pré-indução) e, em seguida, libera uma pequena e constante quantidade de calor, correspondente ao período de dormência (fase 2 - indução), e então acelera a recuperação da hidratação, observada uma intensa evolução do calor (fase 3 - aceleração). Nos estágios posteriores, a reação de hidratação do cimento desacelera, de modo que o calor liberado é reduzido (estágios 4 e 5 - desaceleração e estado estável).

Figura 3 - Evolução da hidratação do cimento.

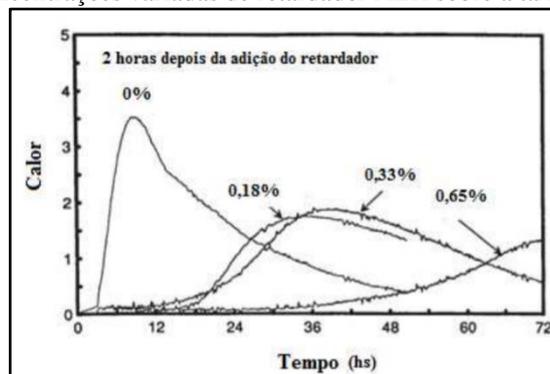


Fonte: Oliveira, 2017.

O AEH atua durante o período de indução, promovendo um maior tempo de aplicação da argamassa estabilizada. Segundo Oliveira (2017), o retardo consiste em dois efeitos, um aumento no período de indução e a variação na umidade, ou da taxa de hidratação do cimento misturado à argamassa.

Quanto ao tempo de estabilização, conforme mostrado na Figura 4, ele depende do teor percentual dos AEH empregado sobre a massa de cimento na dosagem da argamassa estabilizada. Segundo Santana (2018), dependendo da quantidade de aditivos, o período de estabilização pode durar até 72 horas.

Figura 4 - O efeito de concentrações variadas de retardador AEH sobre a taxa de hidratação do cimento.



Fonte: Santana, 2018.

Segundo Ramos, Gaio e Calçada (2013), o aumento do teor de aditivo indica alteração na cinética do aumento de temperatura ao longo do tempo, portanto, quanto maior o teor de aditivo, menor é a temperatura atingida durante a hidratação, mais lento é o ganho e a emissão de calor.

Outro fator importante é que, ao contrário dos retardadores tradicionais, o AEH pode ser utilizado em altas dosagens no preparo de argamassas estabilizadas sem perda de resistência mecânica (SANTANA, 2018). No entanto, Bauer *et al.* (2015) apontam que seu uso deve ser controlado, pois o uso de níveis elevados pode causar atrasos imprevisíveis na pega.

Por fim, o IAR, que também pode ser usado no preparo de argamassas estabilizadas. Esses aditivos são utilizados para melhorar a trabalhabilidade, pois o teor de finos dessas argamassas é inferior ao das argamassas mistas, pois não utilizam cal no processo de preparação (ANTONIAZZI, 2019).

Os IAR são tensoativos, quando adicionados à argamassa, sua parte polar tende a ser adsorvida pelas partículas de cimento, enquanto sua parte apolar passa a ser a fase aquosa, tornando essas partículas hidrofóbicas. Os surfactantes não absorvidos formam pequenas bolhas de ar. A ligação das bolhas de ar com o surfactante aderido às partículas de cimento melhoram

a plasticidade e aumenta a estruturação do sistema (coesão), característica necessária para o uso de argamassa (SANTANA, 2018).

Segundo Resende (2010), a incorporação de ar não só facilita a plasticidade da argamassa, mas também melhora a trabalhabilidade e reduz o consumo de água, diminuindo a relação água-cimento e aumentando a resistência à compressão e à tração.

3.3.3 Aplicações

Embora o espaço no mercado nacional ainda seja pequeno, as argamassas estabilizadas têm sido amplamente utilizadas para revestimentos internos e externos e assentamento de alvenarias (objeto de pesquisa deste trabalho). Jantsch (2015) comenta que alguns fornecedores de argamassas estabilizadas ainda recomendam as seguintes aplicações:

- chapiscos, rebocos e emboços de interiores e exteriores;
- argamassa para assentamento de pedras em calçadas.
- alvenaria comum ou aparente;
- regularização de pisos, sacadas, soleiras e marquises;
- argamassa leve para enchimento;
- enchimento de tubulações e impermeabilização de locais inundáveis;
- rejunte de telhas;
- muros de contenção.

No entanto, ainda não foram desenvolvidos estudos, recomendando sua utilização para fins estruturais.

3.3.4 Recebimento e armazenamento

A argamassa estabilizada é dosada em centrais, misturada e transportada em caminhões betoneira, descarregada e armazenada em recipientes próximos ao local de aplicação, a Figura 5 mostra o recebimento e armazenamento desta argamassa. O armazenamento e o manuseio devem seguir estritamente as orientações do fabricante para garantir o seu desempenho, e após o recebimento do lote de argamassa, recomenda-se armazená-lo até o dia seguinte antes de poder ser utilizado com eficácia (JANTSCH, 2015).

Figura 5 - Recebimento e armazenamento da argamassa estabilizada.



Fonte: Mattos *et al.*, 2018.

Recomenda-se, para o armazenamento adequado, que a argamassa deve ser colocada em recipientes multiuso com capacidade para 1 m³ e sua superfície deve ser alisada. Após a finalização do nivelamento, uma película de cerca de 2 cm de água potável deve ser aplicada diretamente sobre a massa, Figura 6, para manter a umidade durante o período de estabilização. No dia seguinte, antes do uso, deve-se retirar a película de água e homogeneizar a mistura armazenada (CASALI *et al.*, 2011).

Figura 6 - Argamassa estabilizada com película de água.



Fonte: Santos e Cioccarri, 2020.

Porém, não existem normas para as argamassas estabilizadas que orientem os procedimentos de recebimento, armazenamento, introdução de película de água e as condições de aplicação dessas argamassas. No entanto, Casali *et al.* (2011), realizaram um estudo em Curitiba, utilizando cinco lotes de argamassas estabilizadas de 36 e 72 horas para determinar a real influência da colocação da película de água. A conclusão a que chegaram foi de que o índice de consistência da argamassa com película apresentou uma menor queda, porém as

resistências à compressão e à tração da argamassa sem película foram maiores.

Por isso, não há uma garantia real da importância das recomendações do fabricante, mas estudos mais representativos são necessários para verificar e confirmar o desempenho e particularidade dessas argamassas.

3.3.5 *Vantagens e desvantagens*

Segundo Weisseheimer (2017), o uso de argamassa estabilizada traz vantagens para a construção civil, uma delas é a redução de desperdícios na obra, pois pode ser utilizada por um período prolongado, além da eliminação das etapas de armazenamento, transporte interno e produção da argamassa em canteiro.

Para mais, além de reduzir os resíduos gerados no canteiro de obras, a ausência de resíduos (como embalagens de cimento, cal e aditivos) durante a produção e transporte da argamassa proporciona maior limpeza da obra e qualidade do ambiente de trabalho.

Segundo Schmid (2011), o uso de argamassa estabilizada pode aumentar o rendimento da mão de obra em até 35%, evitando paradas e tempos de espera para confecção da argamassa, além do período no início do expediente.

Marcondes (2009) ainda destaca algumas outras vantagens do uso de argamassa estabilizada quando comparada com argamassas de cimento produzidas em obra. São elas:

- proporcionamento de misturas mais consistentes, pois a proporção do material é feita em central, com maior controle e qualidade;
- redução da responsabilidade de dosagem em obra;
- melhoria da logística do canteiro de obras, pois os recipientes com a argamassa podem ser descarregados próximos aos locais de uso, reduzindo o transporte no canteiro de obras;
- redução da necessidade de mão de obra, pois elimina o processo de mistura e diminui o transporte no canteiro de obras.

Dessa forma, com o planejamento adequado da quantidade de argamassas a serem utilizadas a cada dia, aliado ao remanejamento da mão de obra anteriormente utilizada para fazer as argamassas convencionais, o uso de argamassa estabilizada pode se tornar vantajoso, visto que o desperdício de materiais para o preparo da argamassa convencional no canteiro de obras acaba exigindo muito mais quantidade de material comprado para uma mesma quantidade de argamassa aproveitada.

Apesar das vantagens mencionadas anteriormente, a utilização de argamassas estabilizadas também apresenta desvantagens, principalmente na sua produção, devido à falta

de referências específicas (formulações, controle e recebimento em obra), riscos de futuras manifestações patológicas e adequação da dosagem quando há modificação dos insumos (tipo de cimento, areia e aditivos) (BAUER *et al.*, 2015).

Além disso, o uso de aditivos também tem suas desvantagens. A incorporação de ar, embora necessária para conferir trabalhabilidade à argamassa, torna-a mais porosa, sendo, portanto, mais suscetível aos efeitos negativos da umidade e dos agentes agressivos (ROMANO *et al.*, 2011). Já os retardadores usados para prolongar o tempo que um material permanece trabalhável têm a desvantagem de aumentar a retração plástica e a infiltração de água conforme Neville e Brooks (2013).

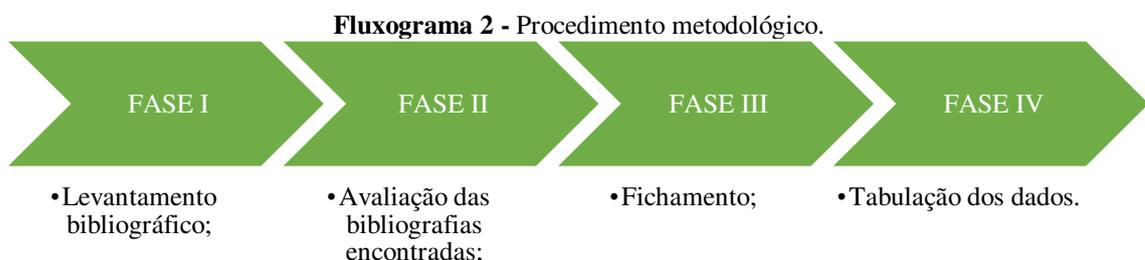
4 METODOLOGIA

No referido capítulo apresenta-se todo o percurso metodológico necessário para atingir o objetivo da presente pesquisa, delineando os materiais e métodos utilizados.

A pesquisa aqui apresentada é de natureza aplicada, pois gera conhecimentos para aplicações práticas com objetivo de solucionar problemas específicos. Quanto aos objetivos, a pesquisa é considerada descritiva e explicativa, em virtude de envolver técnicas de coleta de dados, com o intuito de caracterizar, descrever e fornecer explicações acerca da utilização ou não das argamassas estabilizadas na construção civil. Em relação à abordagem, o estudo é considerado qualitativo, uma vez que busca entender os benefícios do uso de argamassas estabilizadas quando comparadas às argamassas convencionais por meio de procedimentos bibliográficos, elaborados através da coleta de dados realizada em outras pesquisas utilizando métodos e técnicas sugeridas por normas para interpretação dos resultados (COELHO, 2019).

4.1 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir o objetivo proposto, foi adotada uma metodologia baseada em quatro fases, conforme o Fluxograma 2.



Fonte: Autoria Própria, 2021.

4.1.1 Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico é o ponto de partida para a pesquisa por meio do qual o conhecimento registrado por pesquisadores de todo o mundo pode ser validado e aprofundado. É um levantamento de todas as literaturas registradas sobre um determinado assunto. Se vamos falar de argamassas estabilizadas, devemos saber o que outros estudos e teóricos estão comunicando sobre os mesmos temas e afins (MOTA, 2021).

Dessa forma, na primeira fase, foi realizada uma ampla pesquisa em bases bibliográficas relevantes e com excelente reputação (Scielo, Scopus, Portal Capes, Repositório de diversas instituições renomadas, entre outros), com o intuito de fazer uma prévia seleção de estudos,

sejam livros, artigos de periódicos, teses, folhetos, entre outros materiais, que poderão ser utilizados para referenciar este trabalho. Para tanto, na busca foram utilizadas palavras-chave como: argamassa estabilizada, aplicação, propriedades, para um melhor refinamento dos resultados de busca.

4.1.2 Avaliação das bibliografias encontradas

Na segunda fase, foram avaliados e selecionados os trabalhos encontrados. A avaliação foi realizada criteriosamente, de forma subjetiva, prezando sempre pela qualidade do material de estudo. Para isso foram analisados o *qualis* (no mínimo B2) e o fator de impacto (entre 1,299 e 0,001 que equivalente ao referido *qualis*) dos periódicos, bem como a sua credibilidade.

Outro ponto importante a ser considerado foi a procura por autores renomados, especialistas sobre o assunto tratado na pesquisa em questão, já que estes apresentam um conteúdo mais completo, fundamentado, que conferem maior credibilidade à pesquisa, pois são reconhecidos por sua compreensão sobre o assunto.

A data de publicação também foi uma questão relevante na escolha das literaturas, sendo selecionados trabalho recentes, que permitem obter um documento revisado, atualizado, segundo os critérios de definição, classificação, legislação, etc.

Para compor os resultados e discussões a certa do tema, ao todo foram avaliados vinte trabalhos segundo os critérios de escolha supracitados sendo selecionados seis.

4.1.3 Fichamento

Após a coleta e avaliação de todos os estudos relevantes para a questão da pesquisa, foi realizada a terceira fase, o processo de fichamento. Pesquisa pessoal feita em forma de fichas, reunindo citações ou incluindo tópicos, analisando criticamente um determinado texto, com o objetivo de examinar, analisar e compreender cada estudo e explorar as relações entre os diversos componentes.

Para tanto, o primeiro contato com o texto foi feito por meio de uma breve leitura, para ajudar a localizar e entender qual o conteúdo do texto que pretende fichar. Após essa primeira impressão, várias outras leituras ocorreram e, nesse ínterim, as principais informações e citações foram coletadas de forma organizada e adequada, como também as devidas indicações de onde as mesmas podem ser encontradas nos textos.

4.1.4 Tabulação dos dados

Por fim, na quarta fase, para melhor entendimento acerca da utilização de argamassas estabilizadas na construção civil, foi feito o processo de organização das informações de vários estudos individuais em um só arranjo, com auxílio de tabelas elaboradas no software Excel. Essa tarefa ajudou na simplificação dos dados, facilitando o entendimento das considerações relevantes acerca do assunto abordado.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

O presente capítulo apresenta e discute os resultados obtidos nas literaturas estudadas, visando demonstrar os achados de cada autor em relação ao comportamento das propriedades das argamassas estabilizadas em relação às argamassas tradicionais. As normas utilizadas para análise das características de cada compósito estão descritas no Quadro 3. Ainda vale salientar que nos dados obtidos há a ausência de alguns ensaios, devido a não realização dos mesmos pelos autores estudados.

Quadro 3 - Ensaio realizados e normas correspondentes.

Estado fresco	
Ensaio	Normalização
Teor de ar incorporado	NBR 13278 (ABNT, 2005a)
Densidade de massa	NBR 13278 (ABNT, 2005a)
Retenção de água	NBR 13277 (ABNT, 2005b)
Índice de consistência	NBR 13276 (ABNT, 2005c)
Estado endurecido	
Ensaio	Normalização
Densidade de massa aparente no estado endurecido	NBR 13280 (ABNT, 2005d)
Resistência à compressão	NBR 13278 (ABNT, 2005a)
Resistência à tração na flexão	NBR 13279 (ABNT, 2005e)
Resistência potencial de aderência à tração	NBR 13528 (ABNT, 2010)
Absorção de água por capilaridade	NBR 15259 (ABNT, 2005f)
Coefficiente de capilaridade	NBR 15259 (ABNT, 2005f)

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Nos estudos utilizados, as argamassas estabilizadas foram adquiridas com empresas fornecedoras deste tipo de produto, produzidas em centrais dosadoras e misturadas em caminhões betoneiras. Ambas as argamassas são do tipo mistas e têm um tempo de estabilização de 72 horas, sendo assim utilizadas como massa única e para assentamento de alvenaria.

Segundo Costa (2016), Macioski (2014), Dachery (2015) e Trevisol Júnior (2015), o traço utilizado para dosagem das argamassas estabilizadas não foi informado pelas empresas responsáveis pelo produto, somente sua composição: areia média, areia fina, cimento e aditivos.

Já o traço da argamassa convencional, de acordo com Costa (2016), Moura (2007), Gasperin (2011) e Trevisol Júnior (2015), foi determinado por meio de consultas às construtoras, onde os autores procuraram saber quais os traços de argamassa eram mais utilizados para execução de revestimento e assentamento, escolhendo portanto, respectivamente, as seguintes dosagens: 1: 1,5: 6, cimento, cal e areia; 1: 1: 5,5, cimento, cal e areia e 1: 0,94: 3,25, cimento, cal e areia; 1: 1: 4, cimento, cal e areia; 1: 1: 3, cimento, cal e areia.

Contudo verifica-se que não há grandes diferenças em relação aos traços utilizados, nas

pesquisas de argamassa tradicionais.

5.1 TEOR DE AR INCORPORADO E DENSIDADE DE MASSA NO ESTADO FRESCO

As argamassas estabilizadas possuem maior teor de ar incorporado do que as argamassas convencionais devido o teor de ar acrescido por meio de aditivos, portanto, acredita-se que a densidade reduzida das argamassas estabilizadas se deva à presença de IAR, que a diminuem quando incorporado à sua mistura, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Teor de ar incorporado e densidade de massa no estado fresco.

Argamassa	Autores	Traço	Teor de ar incorporado	Densidade de massa (kg/m ³)
Estabilizada	Costa (2016)	*	*	1797,10
		*	*	1822,80
	Macioski (2014)	*	9,95%	1885,00
		*	13,77%	1800,00
		*	13,71%	1805,00
		Dachery (2015)	*	*
Trevisol Júnior (2015)	*	21,85%	*	
Convencional	Costa (2016)	1: 1,5: 6	5,90%	2060,60
		1: 1,5: 6	6,20%	2109,10
	Moura (2007)	1: 1: 5,5	3,95%	2018,00
		1: 0,94: 3,25	4,00%	2034,00
	Gasperin (2011)	1: 1: 4	9,00%	1921,00
	Trevisol Júnior (2015)	1: 1: 3	7,57%	*

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Analisando a média dos resultados de Macioski (2014) e Moura (2007), observa-se que a argamassa estabilizada possui teor de ar incorporado aproximadamente 8,5% maior e consequentemente uma densidade de massa 196 kg/m³ menor que a argamassa convencional. O que torna a argamassa estabilizada um material de melhor trabalhabilidade, mais leve e de melhor aplicação.

Os valores de densidade obtidos para argamassas estabilizadas estão dentro da faixa especificada pela NBR 13281 (ABNT, 2005g), que trata dos requisitos mínimos para argamassas de assentamento e revestimento, mas a maioria dos valores são ligeiramente inferiores em relação às argamassas convencionais.

De acordo com as exigências da norma supracitada, a densidade de massa no estado fresco das argamassas estabilizadas é classificada como D4, já as das argamassas convencionais é classificada como D5, conforme Quadro 4.

Quadro 4 - Requisitos e classificação das argamassas quanto à densidade de massa no estado fresco.

Classe	Densidade de massa no estado fresco (kg/m ³)
D1	≤ 1400
D2	1200 a 1600
D3	1400 a 1800
D4	1600 a 2000
D5	1800 a 2200
D6	> 2000

Fonte: Adaptado de NBR 13281 (ABNT, 2005g).

5.2 RETENÇÃO DE ÁGUA

Obtendo a média dos resultados de Macioski (2014) e Costa (2016), nota-se que a retenção de água da argamassa estabilizada se difere em 9,30% em relação a argamassa convencional.

Tabela 2 - Retenção de água.

Argamassa	Autores	Traço	Retenção de água (%)
Estabilizada	Costa (2016)	*	*
		*	*
	Macioski (2014)	*	88,50%
		*	87,00%
		*	79,83%
		Dachery (2015)	*
Trevisol Júnior (2015)	*	79,00%	
Convencional	Costa (2016)	1: 1,5: 6	77,60%
		1: 1,5: 6	74,03%
	Moura (2007)	1: 1: 5,5	*
		1: 0,94: 3,25	*
	Gasperin (2011)	1: 1: 4	*
	Trevisol Júnior (2015)	1: 1: 3	72,00%

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Pode-se observar na Tabela 2 que o valor de retenção das argamassas estabilizadas é superior ao das argamassas convencionais. Isso pode ser justificado pelo fato de as argamassas estabilizadas manter-se frescas por até 72 horas e pela maior incorporação de ar, onde as bolhas de ar, proporcionam melhores rolamentos entre as partículas, melhorando a plasticidade, proporcionando uma melhor retenção de água na mistura, função que é desenvolvida pela cal nos demais tipos de argamassa (MOURA, 2007).

De acordo com Carasek (2007), além de afetar os processos de acabamento e retração plástica no estado fresco, no estado endurecido da argamassa, a retenção de água também é importante, pois é necessária uma retenção de água suficiente para que as reações químicas endureçam o ligante adequadamente.

Portanto, com base nos requisitos de retenção de água estabelecidos na NBR 13281

(ABNT, 2005g), as argamassas estabilizadas estão nas classes U2 e U3 dentro dos valores mínimos aceitáveis, enquanto as argamassas convencionais não estão dentro dos requisitos especificados pela norma, que é devido à falta de controle no processo de preparação, conforme Quadro 5.

Quadro 5 - Requisitos e classificação das argamassas quanto à retenção de água.

Classe	Retenção de água (%)
U1	≤ 78
U2	72 a 85
U3	80 a 90
U4	86 a 94
U5	91 a 97
U6	95 a 100

Fonte: Adaptado de NBR 13281 (ABNT, 2005g).

5.3 ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA

O índice de consistência é um parâmetro diretamente relacionado à trabalhabilidade da argamassa. A norma não exige um valor numérico, mas a argamassa deve ter uma boa consistência, o valor do índice não deve ser muito alto, pois a argamassa estará muito mole e difícil de aplicar, e não muito baixa, já que ela não se espalhará na parede. Os resultados são mostrados na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 - Índice de Consistência.

Argamassa	Autores	Traço	Índice de Consistência (mm)
Estabilizada	Costa (2016)	*	218,00
		*	228,00
		*	239,30
	Macioski (2014)	*	227,75
		*	262,50
		Dachery (2015)	*
Trevisol Júnior (2015)	*	265,20	
Convencional	Costa (2016)	1: 1,5: 6	296,00
		1: 1,5: 6	268,00
	Moura (2007)	1: 1: 5,5	*
		1: 0,94: 3,25	*
	Gasperin (2011)	1: 1: 4	272,00
	Trevisol Júnior (2015)	1: 1: 3	287,50

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Quando se compara os valores de Dachery (2015) e Trevisol Júnior (2015), pode-se observar que o índice de consistência da argamassa estabilizada é 52,2 mm menor que o índice de consistência da argamassa convencional, o que se deve ao tempo de estabilização segundo Dachery (2015). No entanto, esse comportamento do índice de consistência pode não afetar

significativamente a trabalhabilidade da argamassa em obra.

Todavia, segundo Trevisol Júnior (2015), quando o índice de perda de consistência é verificado a partir do momento em que cada argamassa é produzida, o melhor desempenho é da argamassa estabilizada, mantendo maior fluidez ao longo do tempo de análise. Sua perda foi em média 60% menor em intervalos de 48 horas em comparação com a argamassa convencional em intervalos de 2 horas. Esse fenômeno é explicado pela ação de IAR e AEH, que juntos aumentam a retenção de água da argamassa, permitindo que ela mantenha sua consistência por mais tempo de uso.

5.4 DENSIDADE DE MASSA APARENTE NO ESTADO ENDURECIDO

Os resultados mostram que as argamassas com maior densidade são as argamassas convencionais. No entanto, pode-se notar que suas densidades são bastante reduzidas em relação às densidades do estado fresco se diferindo em média 174,30 Kg/m³, enquanto as variações nas argamassas estabilizadas são menores, se diferindo em média 159,07 kg/m³. Os valores encontrados estão mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Densidade de massa aparente no estado endurecido.

Argamassa	Autores	Traço	Densidade de massa (kg/m ³)
Estabilizada	Costa (2016)	*	1640,50
		*	*
	Macioski (2014)	*	1730,00
		*	1700,00
		*	1610,00
		Dachery (2015)	*
Trevisol Júnior (2015)	*	*	
Convencional	Costa (2016)	1: 1,5: 6	1865,60
		1: 1,5: 6	1875,80
	Moura (2007)	1: 1: 5,5	1836,75
		1: 0,94: 3,25	1838,80
	Gasparin (2011)	1: 1: 4	*
	Trevisol Júnior (2015)	1: 1: 3	*

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Quando comparado os resultados de Macioski (2014) e Moura (2007), nota-se que a argamassa estabilizada tem densidade de massa no estado endurecido, em média, 157,78 kg/m³ menor que a argamassa convencional. Como no estado fresco, isso se explica pelo fato de as argamassas estabilizadas possuir maior teor de ar incorporado do que as argamassas convencionais devido o teor de ar acrescido por meio de aditivos.

As argamassas no estado endurecido são classificadas de acordo com sua densidade pela NBR 13281 (ABNT, 2005g). Conforme apresentado no Quadro 6, todas as argamassas

pertencem à classe M5.

Quadro 6 - Requisitos e classificação das argamassas quanto à densidade de massa aparente no estado endurecido.

Classe	Densidade de massa aparente no estado endurecido (kg/m ³)
M1	≤ 1200
M2	1000 a 1400
M3	1200 a 1600
M4	1400 a 1800
M5	1600 a 2000
M6	>1800

Fonte: Adaptado de NBR 13281 (ABNT, 2005g).

5.5 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO

O comportamento da argamassa em relação a resistência à compressão é o mesmo da tração na flexão. A mesma variabilidade nos resultados foi verificada, com valores que chegam a 5,82 MPa para argamassas estabilizadas e 1,97 MPa para argamassas convencionais. Por exemplo, considerando a faixa de resistência de 0,5 MPa, e estruturando os resultados dos dois testes dentro dessa faixa, consta-se que a variabilidade nos valores obtidos sob compressão é ainda mais pronunciada.

Tabela 5 - Resistência à compressão e resistência à tração na flexão.

Argamassa	Autores	Traço	Resistência à compressão (MPa)	Resistência à tração (MPa)
Estabilizada	Costa (2016)	*	5,31	2,25
		*	3,94	1,79
	Macioski (2014)	*	7,63	3,25
		*	5,24	2,15
		*	4,60	1,83
		Dachery (2015)	*	*
Trevisol Júnior (2015)	*	7,30	2,50	
Convencional	Costa (2016)	1: 1,5: 6	2,17	0,66
		1: 1,5: 6	3,32	1,19
	Moura (2007)	1: 1: 5,5	1,81	0,82
		1: 0,94: 3,25	3,78	1,46
	Gasperin (2011)	1: 1: 4	*	*
Trevisol Júnior (2015)	1: 1: 3	*	*	

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Analisando a Tabela 5, nota-se que as maiores resistências à flexão e as maiores resistências à compressão são das argamassas estabilizadas, verifica-se que segundo as médias dos resultados de Costa (2016) e Moura (2007) a argamassa estabilizada se difere da argamassa convencional em 1,83 MPa para resistência à compressão e 0,88 MPa para resistência à tração. Segundo Moura (2007) isso se deve à quantidade de água adicionada à mistura e ao grau de

hidratação do cimento, que influencia a quantidade de vazios capilares. Portanto, aumentar o grau de hidratação do cimento e reduzir a relação água-cimento pode aumentar a resistência à compressão e reduzir a porosidade capilar.

A NBR 13281 (ABNT, 2005g) estabelece valores para classificar as argamassas de acordo com suas resistências à compressão e tração. Todas as argamassas estão dentro dos parâmetros mínimos exigidos pela norma de acordo com os requisitos de compressão, onde as argamassas estabilizadas pertencem as classes P3, P4 e P5, já as argamassas convencionais pertencem as classes P2 e P3. De acordo com os requisitos de tração, apenas as argamassas estabilizadas estão dentro dos parâmetros, classes R2, R3 e R4. Os valores para cada categoria são mostrados nos Quadros 7 e 8.

Quadro 7 - Requisitos e classificação das argamassas quanto à resistência à compressão.

Classe	Resistência à compressão (MPa)
P1	≤ 2,0
P2	1,5 a 3,0
P3	2,5 a 4,5
P4	4,0 a 6,5
P5	5,5 a 9,0
P6	>8,0

Fonte: Adaptado de NBR 13281 (ABNT, 2005g).

Quadro 8 - Requisitos e classificação das argamassas quanto à resistência à tração na flexão.

Classe	Resistência à tração na flexão (MPa)
R1	≤ 1,5
R2	1,0 a 2,0
R3	1,5 a 2,7
R4	2,0 a 3,5
R5	2,7 a 4,5
R6	>3,5

Fonte: Adaptado de NBR 13281 (ABNT, 2005g).

5.6 RESISTÊNCIA POTENCIAL DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

Neste item serão apresentados os resultados dos ensaios de aderência à tração das argamassas aos 28 dias. Os ensaios de aderência foram realizados por três autores, sendo que os traços foram aplicados em substratos de bloco cerâmico com chapisco manual.

A resistência de aderência a tração é definida pela NBR 13749 (ABNT, 2013b). Esta norma estabelece valores mínimos para tetos e paredes interiores e exteriores, Quadro 9.

O estudo foi concebido para analisar a utilização de argamassa para reboco interno e externo, onde o valor de resistência deve ser superior ou igual a 0,3 MPa e superior ou igual a 0,2 MPa para paredes internas com acabamento em pintura. A Tabela 6 mostra os valores

médios de resistência potencial de aderência à tração encontrados.

Quadro 9 - Resistências mínimas de aderência a tração.

Local	Acabamento		Ra (MPa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,20$
		Cerâmica ou laminado	$\geq 0,30$
	Externa	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,30$
		Cerâmica	$\geq 0,30$
Teto			$\geq 0,20$

Fonte: Adaptado de NBR 13749 (ABNT, 2013b).

Tabela 6 - Resistência potencial de aderência à tração.

Argamassa	Autores	Traço	Resistência potencial de aderência à tração (MPa)
Estabilizada	Costa (2016)	*	0,48
		*	*
		*	*
	Macioski (2014)	*	*
		*	*
		Dachery (2015)	*
Trevisol Júnior (2015)	*	0,46	
Convencional	Costa (2016)	1: 1,5: 6	*
		1: 1,5: 6	0,42
	Moura (2007)	1: 1: 5,5	0,13
		1: 0,94: 3,25	*
	Gasperin (2011)	1: 1: 4	*
	Trevisol Júnior (2015)	1: 1: 3	0,37

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Ao analisar os dados obtidos nota-se que houve uma argamassa convencional que não atingiu os valores especificados pela norma (resistência igual a 0,13 MPa), inclusive inferior até para os especificados para argamassas de interior. Se compararmos a resistência de outras argamassas, esse valor é bastante contraditório, indicando que o resultado se deve ao fato de a argamassa não ter tido boa aderência com o chapisco, sendo que segundo Moura (2007) todos os arrancamentos romperam na interface chapisco/argamassa.

As argamassas estabilizadas tiveram o melhor desempenho, apesar das argamassas convencionais possuírem valores muito semelhantes. Comparando os resultados de Dachery (2015) e Trevisol Júnior (2015) percebemos uma diferença de apenas 0,06 MPa.

Segundo Santos (2008), os fatores que afetam a aderência da argamassa em substratos porosos estão relacionados às condições climáticas (temperatura e vento), execução (energia de impacto, jato mecanizado, limpeza, preparo e cura do substrato), substrato (absorção de água, rugosidade e porosidade) e argamassa (reologia, aderência e retenção de água).

De acordo com os valores de resistência potencial de aderência à tração, as argamassas podem ser classificadas de acordo com o Quadro 10 fornecido pela NBR 13281 (ABNT,

2005g). Todas as argamassas pertencem à classe A3, com exceção da argamassa convencional de Moura (2007) que não atingiu o valor mínimo exigido pela norma.

Quadro 10 - Requisitos e classificação das argamassas quanto a resistência potencial de aderência à tração.

Classe	Resistência potencial de aderência à tração (MPa)
A1	< 0,20
A2	≥ 0,20
A3	≥ 0,30

Fonte: Adaptado de NBR 13281 (ABNT, 2005g).

5.7 ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE E COEFICIENTE DE CAPILARIDADE

As argamassas convencionais apresentam maior absorção de água e coeficiente de capilaridade. A Tabela 7 apresenta valores encontrados de absorção de água, para os períodos de 10 e 90 minutos, e coeficiente de capilaridade.

Tabela 7 - Absorção de água por capilaridade.

Argamassa	Autores	Traço	Absorção de água (g/cm ²)		Coeficiente de capilaridade (g/dm ³ .min ^{1/2})
			t = 10min	t = 90min	
Estabilizada	Costa (2016)	*	0,18	0,40	3,52
		*	0,19	0,43	3,84
		*	*	*	*
	Macioski (2014)	*	*	*	*
		*	*	*	*
		Dachery (2015)	*	0,18	0,40
Trevisol Júnior (2015)	*	*	*	*	
Convencional	Costa (2016)	1: 1,5: 6	0,24	0,57	5,28
		1: 1,5: 6	0,32	0,58	4,16
	Moura (2007)	1: 1: 5,5	*	*	*
		1: 0,94: 3,25	*	*	*
	Gasperin (2011)	1: 1: 4	*	*	*
	Trevisol Júnior (2015)	1: 1: 3	0,38	0,63	4,00

Fonte: Autoria Própria, 2021.

A partir dos resultados obtidos, as argamassas convencionais apresentaram maior velocidade e maior taxa de absorção, com valores que diferiram das argamassas estabilizadas em até 0,11 minutos. Além disso, os valores do coeficiente de capilaridade das argamassas convencionais chegam a ser 1,76 g/dm³.min^{1/2} superior ao das argamassas estabilizadas.

Segundo Carneiro (1993) a absorção capilar é um indicador de porosidade, quanto maior a porosidade, menor a resistência mecânica, o que foi verificado com as argamassas convencionais, apresentando maior absorção e menor resistência mecânica.

Com base no valor do coeficiente de capilaridade, as argamassas podem ser classificadas de acordo com o Quadro 11 fornecido pela NBR 13281 (ABNT, 2005g). Todas as argamassas pertencem à classe C4.

Quadro 11 - Requisitos e classificação das argamassas quanto o coeficiente de capilaridade.

Classe	Coeficiente de capilaridade (g/dm³.min^{1/2})
C1	≤ 1,5
C2	1,0 a 2,5
C3	2,0 a 4,0
C4	3,0 a 7,0
C5	5,0 a 12,0
C6	>10,0

Fonte: Adaptado de NBR 13281 (ABNT, 2005g).

6 CONCLUSÃO

Com tudo que foi explanado, esta pesquisa atendeu ao objetivo, que foi analisar a implementação de argamassas estabilizadas, de assentamento e revestimento, na construção civil, através de dados de ensaios obtidos da literatura. De acordo com as melhorias apresentadas nas propriedades e características analisadas, as argamassas estabilizadas quando comparadas às argamassas convencionais possuem grande potencial e viabilidade de uso.

No estado fresco, pode-se destacar que a diferença do índice de consistência entre argamassa estabilizada e argamassa convencional é muito diferente, sendo o índice de consistência da argamassa convencional o maior. Além disso, é enfatizada a relação entre o teor de ar incorporado e a densidade de massa no estado fresco. As argamassas com IAR, como as argamassas estabilizadas, apresentam densidades menores do que as argamassas convencionais. O teor de ar incorporado e a baixa densidade são aspectos que melhoram a qualidade da argamassa durante a aplicação.

O índice de retenção de água é de fundamental importância tanto para o revestimento no estado fresco quanto para o revestimento do estado endurecido. As argamassas convencionais obtiveram valores dentro dos parâmetros exigidos pela norma, enquanto as argamassas convencionais não atingiram o valor mínimo recomendado. As argamassas estabilizadas têm valores mais altos, o que se deve ao fato delas se manterem no estado fresco por até 72 horas.

No estado endurecido, a densidade da argamassa muda significativamente. A mudança de densidade do estado fresco para o estado endurecido pode ocorrer devido ao excesso de água na argamassa. Este excesso de água evapora no estado endurecido, deixando uma argamassa com muitos vazios. Demasiada água também pode ter causado menor resistência das argamassas convencionais em comparação com a resistência à compressão e flexão das argamassas estabilizadas.

As argamassas estabilizadas apresentaram boas resistências, apresentando os melhores efeitos compressivos e de flexão. Elas também apresentaram um melhor desempenho em termos de absorção de água, o que significa que os revestimentos formados a partir desta argamassa são mais estanques. A alta absorção de água das argamassas convencionais também pode ser explicada pela inclusão de excesso de água na mistura, que se torna mais porosa e aumenta a absorção de água.

Os principais dados coletados foram dos testes de resistência de aderência à tração. Nos

testes, traços de argamassa foram aplicados em blocos cerâmicos com chapisco manual. As maiores resistências observadas foram das argamassas estabilizadas, apresentando os melhores resultados, mas as argamassas convencionais mantiveram valores muito semelhantes, com exceção de uma das argamassas que se mostrou muito menor em comparação com outras argamassas, o que nos mostra que pode ter havido algum problema de aderência com o substrato. Este problema torna-se mais evidente quando se observa que os rompimentos para este ensaio ocorrem todos na interface chapisco/argamassa. O fato desse problema ocorrer apenas reforça que os traços de argamassa não são formulações prontas, e que além das características do substrato, fatores naturais do local de aplicação devem ser analisados, controles estes que se tornam mais complexos e difíceis de serem seguidos com argamassas convencionais.

Portanto, este estudo mostra que devido às técnicas e controles aplicados na produção das argamassas estabilizadas, existem algumas variáveis que afetam as suas propriedades e boa qualidade, fazendo com que todas as suas propriedades tenham incrementos em relação aos resultados das argamassas convencionais. Porém, ressalta-se, a necessidade de estabelecer limites de desempenho para avaliação dessas argamassas e desenvolver mais trabalhos sobre a temática, pois as normas existentes não levam em consideração as propriedades e o controle de qualidade das argamassas estabilizadas, como outros trabalhos já apontaram, como também há um grande déficit bibliográfico sobre o tema.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Hiago Ribeiro. **Proposta de diretrizes para verificação e controle dos requisitos técnicos dos sistemas de revestimento em argamassa estabilizada.** 2019. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/37443/1/2019_HiagoRibeiroAlbuquerque.pdf. Acesso em: 09 jan. 2022.
- ALGARVIO, Dora Alexandra Neto. **Reciclagem de resíduos de construção e demolição: contribuição para controlo do processo.** 2009. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Integrada e Valorização de Resíduos, Ramo Ecomateriais e Valorização de Resíduos, Departamento de Ciência dos Materiais, Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2009.
- ANTONIAZZI, Juliana Pippi. **O efeito dos aditivos incorporador de ar e estabilizador de hidratação nas propriedades das argamassas estabilizadas.** 2019. 260 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/20618/TES_PPGE_C_2019_ANTONIAZZI_JULIANA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 30 nov. 2021.
- ARAÚJO JUNIOR, José Mendes de. **Contribuição ao estudo das propriedades físicas-mecânicas das argamassas de revestimento.** 2004. 175 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Estruturas e construção civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- ASANO, Naira Ery. **Tecnologia construtiva de revestimento externo de argamassa com projeção contínua.** 2016. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de revestimentos de argamassa.** [S. I.], 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005c.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13277:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13278:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005e.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13280:** Argamassa para

assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. Rio de Janeiro, 2005g.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Terminologia. Rio de Janeiro, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13530**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Requisitos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro, 2013b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15259**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005f.

BAUER, E. *et al.* Requisitos das argamassas estabilizadas para revestimento. **In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS**, 2015, Porto Alegre, 2015.

CALKINS, Meg. **Materials for sustainable sites**: a complete guide to the evaluation, selection, and use of sustainable construction material. Hoboken: Wiley, 2009.

CARASEK, Helena. **Aderência de argamassas a base de cimento Portland a substratos porosos – Avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação**. 1996. 285 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CARNEIRO, Arnaldo Manoel Pereira. **Revestimento externo em argamassa de cimento, cal e areia - Sistemática das empresas de construção civil de Porto Alegre**. 1993. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

CASALI, Juliana Machado. *et al.* Avaliação das propriedades do estado fresco e endurecido da argamassa estabilizada para assentamento e revestimento. **In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS**, 2011, Porto Alegre, 2011.

COELHO, Beatriz. **Um guia completo sobre todos os tipos**: abordagem, natureza, objetivos e procedimentos. 2019. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/tipos-de-pesquisa/>. Acesso em: 07 mar. 2022.

COSTA, Ivandro. **Estudo comparativo entre as argamassas de revestimento externo**: preparada em obra, industrializada fornecida em sacos, e estabilizada dosada em central. 2016. 84 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário

UNIVATES, Lajeado, 2016. Disponível em:
<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1412/1/2016IvandrodaCosta.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2021.

DACHERY, Mônica. **Avaliação das propriedades da argamassa estabilizada para revestimento externo**: aplicação em diferentes substratos, durante diferentes períodos de utilização. 2015. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2015. Disponível em:
<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/951/1/2015MonicaDachery.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2022.

DO Ó, Sávio Wanderley. **Análise da retenção de água em argamassas de revestimentos aditivadas**. 2004. 173 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Estruturas e construção civil, Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

DOCE OBRA. [S. I.], 06 jan. 2022. Disponível em:
<https://casaconstrucao.org/materiais/como-fazer-concreto/>. Acesso em: 04 mar. 2022.

DUBAJ, Eduardo. **Estudo comparativo entre traços de argamassa de revestimento utilizadas em Porto Alegre**. 2000. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

FORMOSO, Carlos T.; CESARE, Cláudia M. de; LANTELME, Elvira M. V. As perdas na construção civil: conceitos, classificação e seu papel na melhoria do setor. **Revista da Escola de Engenharia da UFRGS**, Porto Alegre, v. 25, n. 2, p. 45-53, jun. 1997.

GASPERIN, Josiane. **Aderência de revestimentos de argamassa em substrato de concreto**: influência da forma de aplicação e composição do chapisco. 2011. 194 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em:
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/35609/000793853.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 04 fev. 2022.

JANTSCH, Ana Cláudia Akele. **Análise do desempenho de argamassas estabilizadas submetidas a tratamento superficial com aditivos cristalizantes**. 2015. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em:
<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7900/JANTSCH,%20ANA%20CLAUDIA%20AKELE.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2021.

KARPINSKI, Luisete Andreis. *et al.* **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: Edipucrs, 2009. 163 p.

LAVERDE, Albenise *et al.* **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. 3. ed. ISAIA, Geraldo Cechella - São Paulo: IBRACON, 2017. 63 p.

MACIOSKI, Gustavo; COSTA, Marianne do Rocio de Mello Maron; CASALI, Juliana Machado. Caracterização de argamassas estabilizadas submetidas à sucção de substrato poroso. **In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS**, 2015, Porto Alegre, 2015.

MACIOSKI, Gustavo. **Avaliação do comportamento de argamassas estabilizadas para revestimento**. 2014. 117 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MARCONDES, Carlos Gustavo. **Características e benefícios da argamassa estabilizada**. 2009. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/caracteristicas-e-beneficios-da-argamassa-estabilizada>. Acesso em: 10 dez. 2021.

MARTINS NETO, Antonio Augusto Arrobas; DJANIKIAN, João Gaspar. **Aspectos de desempenho da argamassa dosada em central**. São Paulo: Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 1999. 27 p. (BT/PCC/235).

MATOS, Paulo Ricardo. **Estudo da utilização de argamassa estabilizada em alvenaria estrutural de blocos de concreto**. 2013. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/115462/TCC_Paulo_Matos.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 13 dez. 2021.

MATTOS, Felipe Rodrigues de *et al.* Estudo comparativo da viabilidade econômica entre argamassa estabilizada e argamassa produzida em um canteiro de obra na cidade de Teófilo Otoni – MG. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, [S.L.], v. 1, n. 2018-1, p. 405-425, 18 jul. 2018.

MEDEIROS, Mauriceia. **Estudo de argamassas de revestimento com resíduo de scheelita**. 2016. 88 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande no Norte, Natal, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/22457/1/MauriceiaMedeiros DISSERT.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2021.

MOTA, Ana Roberta. **Levantamento bibliográfico, primeiro passo para a pesquisa**. 2021. Coordenada por Biblioteca Setorial do CCEN/UFPB. Disponível em: <http://www.ccen.ufpb.br/bsccen/contents/noticias/levantamento-bibliografico-primeiro-passo-para-a-pesquisa>. Acesso em: 16 jan. 2022.

MOURA, Cristiane Borges. **Aderência de revestimentos externos de argamassa em substratos de concreto: influência das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco**. 2007. 234 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13517/000650228.pdf?sequence=1>. Acesso em: 03 fev. 2022.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do concreto**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 390 p.

OLIVEIRA, Maria Luiza Lopes. **Influência da adição de fibras de polipropileno em argamassas**. 2001. 171 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

OLIVEIRA, Valéria Costa. **Estudo comportamental da formulação, dos requisitos e das propriedades das argamassas estabilizadas de revestimento**. 2017. 267 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Tecnologia da Universidade de

Brasília, Brasília, 2017. Disponível em:

https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/23734/1/2017_Val%c3%a9riaCostadeOliveira.pdf. Acesso em: 30 nov. 2021.

PARAVISI, Sandra. **Avaliação de sistemas de produção de revestimentos de fachada com aplicação mecânica e manual de argamassa.** 2008. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/12561/000630210.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 dez. 2021.

RAMOS, Mariana Goudel; GAIO, Ana Eloísa; CALÇADA, Luciana Maltez Lengler; ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA DOSAGEM NO TEMPO DE INÍCIO DE PEGA DA ARGAMASSA ESTABILIZADA. **In:** Seminário de Pesquisa e Extensão e Inovação do IFSC. Santa Catarina, 2013.

RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Conhecendo argamassa.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2011. 192 p.

RESENDE, Paulo Sérgio de Oliveira. **Efeito do ar incorporado em argamassas de revestimentos.** 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geotecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

RODRIGUES FILHO, Halley. **Avaliação dos requisitos normativos das argamassas industrializadas associadas a critérios de emprego e utilização.** 2013. 268 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Construção Civil, Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

ROMANO, Roberto Cesar de Oliveira. *et al.* Impacto do uso de incorporador de ar nas propriedades reológicas de argamassas. **In:** IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. Belo Horizonte, 2011.

SABATKE, Vinícius; NUNES, Rodolfo Vieira; SALES, George André Willrich. Viabilidade econômica e financeira de uma fábrica de argamassas em Mafra/SC. **Cafi**, [S. I.], v. 4, n. 2, p. 168-190, jul. 2021.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Argamassas de assentamento para paredes de alvenaria resistente.** 2. ed. São Paulo: ABCP, 1998. 44 p.

SANTANA, Thiago da Silva. **Avaliação da influência da utilização de agregado miúdo reciclado em argamassas estabilizadas.** 2018. 145 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Estruturas e Construção Civil, Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

SANTOS, Carla Cristina Nascimento. **Crítérios de projetabilidade para as argamassas industrializadas de revestimento utilizando bomba de argamassa com eixo helicoidal.** 2003. 138 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Estruturas e construção civi, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

SANTOS, Heraldo Barbosa dos. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento.** 2008. 50 f. Monografia (Especialização) - Curso de construção civil, Escola de Engenharia da

UFMS, Belo Horizonte, 2008.

SANTOS, Marcus Daniel Friederich dos; CIOCCARI, Leandro Pogia. **Recomendações técnicas para utilização da Argamassa Express**. 2020. Disponível em: <http://www.bennter.com.br/wp-content/uploads/2020/07/Aplica%C3%A7%C3%A3o-e-Uso-das-Argamassas-Estabilizadas-Prontas-Bennter.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2022.

SANTOS, White José dos. **Argamassa de alto desempenho**. 2011. 209 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/2092/1/whitejosedossantos.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2021.

SARAIVA, Ana Gabriela. **Contribuição ao estudo de tensões de natureza térmica em sistemas de revestimento cerâmico de fachada**. 1998. 164 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Estruturas, Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

SHMID, A. G. **Argamassa estabilizada, uma importante ferramenta para melhorar a sustentabilidade na construção**. 53º Congresso Brasileiro de Concreto, 2011, Florianópolis, 2011.

SILVA, Ana Flávia da. **Avaliação da resistência à compressão da alvenaria estrutural**. 2007. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2007. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/91473/silva_af_me_ilha.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 07 dez. 2021.

SOUSA, José Getúlio Gomes de. **Contribuição ao estudo das propriedades das argamassas de revestimento no estado fresco**. 2005. 233 f. Tese (Doutorado) – Curso de Estruturas e construção civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

TESSARO, Alessandra Buss; SÁ, Jocelito Saccol de; SCREMIN, Lucas Bastianello. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 121-130, jun. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/pHnhNxX6CRGPxn4m6NZq7dd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 05 nov. 2021.

TREVISOL JÚNIOR, Luis Alberto. **Estudo Comparativo entre as Argamassas: Estabilizada Dosada em Central, Industrializada e Produzida em Obra por meio de Ensaios Físicos nos Estados Fresco e Endurecido**. 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento de Tecnologia, Institutos Latec, Curitiba, 2015.

WEISSEHEIMER, Luís Fernando. **A influência do uso da argamassa estabilizada na diminuição de impactos ambientais**. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2017. Disponível em: http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/6342/Lu%c3%ads%20Fernando%20Weissheimer_.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 06 dez. 2021.

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TCC

Assunto: TCC
Assinado por: Darlan Souza
Tipo do Documento: Anexo
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Darlan Lins de Souza, ALUNO (201712200044) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - CAJAZEIRAS**, em 05/04/2022 16:50:26.

Este documento foi armazenado no SUAP em 05/04/2022. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 482338

Código de Autenticação: 6daaf67c1c

