

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Daniel Giovani Turra

**CONTRIBUIÇÕES PARA O ESTUDO DE ALGUMAS
PROPRIEDADES NOS ESTADOS FRESCO E ENDURECIDO
DA ARGAMASSA ESTABILIZADA POR 72 HORAS**

Porto Alegre
Novembro 2016

DANIEL GIOVANI TURRA

**CONTRIBUIÇÕES PARA O ESTUDO DE ALGUMAS
PROPRIEDADES NOS ESTADOS FRESCO E ENDURECIDO
DA ARGAMASSA ESTABILIZADA POR 72 HORAS**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheiro Civil

Orientadora: Ana Luiza Raabe Abitante

Porto Alegre
Novembro 2016

DANIEL GIOVANI TURRA

**ESTUDO DAS PROPRIEDADES NOS ESTADOS FRESCO E
ENDURECIDO DA ARGAMASSA ESTABILIZADA POR 72
HORAS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo/a Professor/a Orientador/a e pelo/a Professor/a Relator/a deste trabalho.

Porto Alegre, 04 de novembro de 2016

Profa. Ana Luiza Raabe Abitante
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ana Luiza Raabe Abitante (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Ruy Alberto Cremonini (UFRGS)
Dr. pela Universidade de São Paulo

Prof. Nei Ricardo Vaske (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à minha família, que sempre me apoiou, incentivou e educou.

À Laura Andreis, pelo carinho, atenção e generosidade com o auxílio no meu trabalho.

À orientadora professora Ana Luiza Abitante. Obrigado pela orientação, pelas sugestões e ideias, e pela disponibilidade ao longo do trabalho.

À empresa Melnick Even pelo aprendizado durante o período de estágio, que certamente enriqueceu este trabalho.

Ao professor Ruy Cremonini, por ser o relator do trabalho e por suas observações pertinentes ao desenvolvimento do mesmo.

Aos engenheiros Romulo Fracalossi e Samuel Mazzarolo da empresa Argamazza, que gentilmente abriram as portas da empresa para o estudo do seu produto. Agradeço também pelo conhecimento transmitido e pelo interesse que tiveram em me ajudar.

RESUMO

A argamassa estabilizada é uma argamassa pronta para uso, dosada em central e chega preparada no canteiro de obras. Sua composição é basicamente cimento, areia e também aditivos que possibilitam trabalhabilidade por até 72 horas. Considerando que cada vez mais estão se empregando componentes que chegam ao canteiro de obras prontos para o uso, a utilização da argamassa estabilizada tem aumentado em Porto Alegre, pois proporciona uma maior produtividade e racionalidade nas obras. Porém, a produção e a utilização deste material ainda apresentam indefinições quanto ao desempenho a alcançar e à normatização, o que gera insegurança por parte das construtoras no uso do produto, principalmente em revestimentos externos. Neste contexto, o presente trabalho avaliou uma amostra da argamassa estabilizada enquanto verificação do atendimento a algumas das propriedades mecânicas e reológicas exigidas pela normatização brasileira existente. Os ensaios realizados no estado fresco foram densidade, teor de ar incorporado e consistência e no estado endurecido foram resistência à tração na flexão, compressão axial e resistência potencial de aderência à tração. Os resultados obtidos demonstraram que o material estudado manteve suas características com baixas variações durante o período de tempo em aberto e atendeu satisfatoriamente os requisitos previstos na normatização brasileira.

Palavras-chave: Argamassa. Argamassa Estabilizada. Propriedades. Ensaio de Potencial de Aderência à Tração. Normatização Brasileira.

ABSTRACT

Stabilized mortar is a ready mix mortar, industrially dosed and delivered ready to use in the construction site. Its composition is basically cement, sand and admixture, which controls the material's workability up to 72 hours. As the use of offsite fabricated materials have increased, the use of stabilized mortar has also grown in Porto Alegre as it provides higher productivity and rationality in construction site. However, the material's production and utilization still presents unknown information regarding its performance and standardizations, so contractors are still shy when deciding to use this item – especially for exposed coating. Having said that, the present paper aimed the evaluation of both mechanical and rheological properties of stabilized mortar, according to Brazilian standards. As a workable paste, it was tested for density, incorporated air and consistency. After cured, the tests held were traction strength in bending, axial strength and tacking strength to traction. Tests results showed low variation of properties during the 72 hours of stabilization and answer the standards' requirements with satisfactory.

Keywords: Mortar. Stabilized Mortar. Properties. Tacking Strength to Traction Test. Brazilian Standards.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama das etapas de pesquisa	16
Figura 2 – Camadas do revestimento argamassado constituído por chapisco, emboço e reboco.....	21
Figura 3 – Funcionamento do aditivo incorporador de ar na argamassa.....	31
Figura 4 – Descarga de argamassa estabilizada em caixa plástica no canteiro de obras .	35
Figura 5 – Fluxograma de fabricação de argamassa convencional no canteiro de obras..	36
Figura 6 – Fluxograma de utilização da argamassa industrializada dosada em central ...	36
Figura 7 – Ensaio de abatimento <i>flow-table</i>	41
Figura 8 – Sistema de isolamento térmico	44
Figura 9 – Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento com chapisco.....	49
Figura 10 – Medição da argamassa após ensaio de consistência.....	51
Figura 11 – Variação do índice de consistência ao longo do tempo de armazenamento da argamassa estabilizada.....	52
Figura 12 – Variação da densidade ao longo do tempo de armazenamento da argamassa estabilizada.....	53
Figura 13 – Variação do teor de ar incorporado ao longo do tempo de armazenamento da argamassa estabilizada.....	54
Figura 14 – Resistência à tração na flexão aos 28 dias.....	55
Figura 15 – Resistência a compressão axial aos 28 dias.....	56
Figura 16 – Painéis de argamassa estabilizada aplicada ao substrato nos tempos 0, 24, 48 e 72 horas.....	57
Figura 17 – Corpos de prova aleatoriamente distribuídos nos painéis de argamassa estabilizada.....	58
Figura 18 – Execução do teste de arrancamento.....	59
Figura 19 – Variação das resistências médias ao longo do tempo de aplicação.....	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação de argamassas quanto à função.....	19
Quadro 2 – Classificação de argamassas quanto ao tipo.....	21
Quadro 3 – Influência dos parâmetros granulométricos do agregado nas propriedades das argamassas.....	28
Quadro 4 – Requisitos para classificação conforme NBR 13.281:2005.....	39
Quadro 5 – Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração e formas de ruptura da argamassa estabilizada no tempo 0h.....	60
Quadro 6 – Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração e formas de ruptura da argamassa estabilizada no tempo 24h.....	60
Quadro 7 – Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração e formas de ruptura da argamassa estabilizada no tempo 48h.....	61
Quadro 8 – Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração e formas de ruptura da argamassa estabilizada no tempo 72h.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) para densidade de massa no estado fresco.....	42
Tabela 2 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) para retenção de água.....	43
Tabela 3 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) para densidade de massa aparente no estado endurecido.....	45
Tabela 4 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) para coeficiente de capilaridade.....	46
Tabela 5 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) resistência à tração na flexão.....	47
Tabela 6 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) resistência à compressão.....	47
Tabela 7 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) resistência potencial de aderência à tração.....	48
Tabela 8 – Resultados das medidas e índice de consistência da argamassa nos tempos 0, 24, 48 e 72 horas.....	51
Tabela 9 – Resultados das densidades obtidas nos tempos 0, 24, 48 e 72 horas.....	53
Tabela 10 - Resultados do teor de ar incorporado nos tempos 0, 24, 48 e 72 horas	54
Tabela 11 – Resistências médias a partir do teste de arrancamento.....	63

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEH – Aditivo Estabilizador de Hidratação

CH – Hidróxido de Cálcio

C-S-H – Silicato de Cálcio Hidratado

EMO – *European Mortar Organisation*

RDM – Revestimento Decorativo Monocamada

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISTA DE SÍMBOLOS

d – densidade (kg/m^3)

m_c – massa do recipiente cilíndrico contendo argamassa no ensaio de densidade de massa (g)

m_v – massa do recipiente cilíndrico vazio no ensaio de densidade de massa (g)

v_r – volume do recipiente cilíndrico (m^3)

A – teor de ar incorporado (%)

d_1 – densidade de massa da argamassa (g/cm^3)

d_t – densidade de massa teórica da argamassa (g/cm^3)

R_a – retenção de água (%)

m_a – massa do conjunto com argamassa (g)

m_s – massa do conjunto após a sucção (g)

AF – fator água/argamassa fresca

m_w – massa total de água acrescentada à mistura (g)

m_1 – soma das massas dos componentes anidros (g)

$\rho_{m\acute{a}x}$ – densidade de massa (kg/m^3)

m – massa do corpo de prova (g)

v – volume do corpo-de-prova (m^3)

m_{10} – massa do corpo de prova aos 10 minutos (g)

m_{90} – massa do corpo de prova aos 90 minutos (g)

C – coeficiente de capilaridade ($\frac{\text{g}}{\text{dm}^2 \cdot \text{min}^{\frac{1}{2}}}$)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	14
2.1 QUESTÃO DA PESQUISA	14
2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	14
2.2.1 Objetivo Principal	14
2.2.2 Objetivos Secundários	14
2.3 PRESSUPOSTO	15
2.4 PREMISA	15
2.5 DELIMITAÇÕES	15
2.6 LIMITAÇÕES	15
2.7 DELINEAMENTO	16
3 ARGAMASSA	18
3.1 CLASSIFICAÇÃO.....	18
3.1.1 Classificação quanto à função	18
3.1.1.1 Argamassa de Assentamento de Alvenaria	19
3.1.1.2 Argamassa de Revestimento	20
3.1.2 Classificação quanto ao tipo	21
3.2 PROPRIEDADES DA ARGAMASSA NO ESTADO FRESCO	22
3.2.1 Trabalhabilidade e Aspectos Reológicos da Argamassa	23
3.2.2 Consistência e Plasticidade	23
3.2.3 Retenção de Água	24
3.2.4 Massa Específica e Teor de Ar Incorporado	24
3.2.5 Retração por Secagem	24
3.3 PROPRIEDADES DA ARGAMASSA NO ESTADO ENDURECIDO	25
3.3.1 Aderência	25
3.3.2 Capacidade de Absorver Deformações	26
3.3.3 Resistência Mecânica	26
3.3.4 Permeabilidade e Durabilidade	27
3.4 MATERIAIS CONSTITUINTES	27
3.4.1 Água	27
3.4.2 Agregado Miúdo (areia)	28
3.4.3 Cimento	28
3.4.3.1 Grau de Finura	29

3.4.3.2 Tempo de Pega	29
3.4.4 Aditivos	30
3.4.4.1 Aditivos Incorporadores de Ar.....	30
3.4.4.2 Aditivo Estabilizador de Hidratação (AEH)	33
4 ARGAMASSA ESTABILIZADA	34
4.1 VANTAGENS	35
4.2 DESVANTAGENS	37
5 MÉTODOS	39
5.1 ENSAIOS DE PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO	40
5.1.1 Consistência	40
5.1.2 Densidade de massa e Teor de ar incorporado	41
5.1.3 Retenção de água	42
5.1.4 Tempo de Início de Pega.....	44
5.2 ENSAIOS DE PROPRIEDADES NO ESTADO ENDURECIDO	44
5.2.1 Densidade de massa aparente no estado endurecido.....	45
5.2.2 Coeficiente de capilaridade	46
5.2.3 Resistência à tração na flexão e compressão	46
5.2.4 Resistência potencial de aderência à tração.....	48
6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	50
6.1 ENSAIOS DE PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO	50
6.1.1 Consistência	50
6.1.2 Densidade de massa no estado fresco e teor de ar incorporado	52
6.2 ENSAIOS DE PROPRIEDADES NO ESTADO ENDURECIDO	54
6.2.1 Resistência à tração na flexão e compressão	54
6.2.2 Resistência potencial de aderência à tração	56
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

Os primeiros relatos da utilização de um aglomerante natural na mistura com outro aglomerante para a construção de edificações datam do antigo Egito, na construção de pirâmides. Entretanto, sabe-se que a utilização do bem mineral acompanhou a evolução do homem, desde épocas remotas, estando ligada ao seu instinto de sobrevivência e desenvolvimento de inteligência (GUIMARÃES, 1997, p.20).

Aos gregos é creditado o desenvolvimento do conhecimento da cal e de suas aplicações, porém foram os romanos que iniciaram sua mistura com agregados graúdos, areias e fragmentos cerâmicos na composição de concretos rudimentares. Posteriormente, os romanos aperfeiçoaram esta mistura com a adição de cinzas vulcânicas, melhorando o desempenho de sua argamassa frente a umidade, e pode ser considerado o primeiro aglomerante com características hidráulicas, responsável pela integridade de grandes obras romanas até a atualidade (RECENA, 2011, p.22). O cimento Portland pode ser considerado uma evolução desses primeiros aglomerantes, apresentando aumento da resistência e melhoramento da aderência à base (BANDUK et al., 2005, p.7).

Uma edificação é formada por um conjunto de elementos básicos, sendo eles: estrutura, vedação vertical, vedação horizontal e sistemas prediais. O revestimento de argamassa, integrando as vedações do edifício, deve cumprir algumas propriedades para que suas funções sejam realizadas satisfatoriamente (BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 9). Neste contexto, sabendo que o desempenho de cada parte da edificação reflete no seu desempenho como um todo, a utilização de argamassas industrializadas que apresentam homogeneidade no proporcionamento e nos insumos empregados está sendo muito utilizada na construção civil.

Para Recena (2011, p. 15), a construção pode ser vista como um processo de montagem com layout de produto fixo, considerando que cada vez mais estão se empregando componentes que chegam ao canteiro de obras, prontos para o uso, para que sua utilização seja apenas uma questão de montagem.

Neste cenário, a utilização de argamassas industrializadas tem aumentado cada vez mais, tanto por objetivar a produtividade quanto para minimizar a responsabilidade em relação à dosagem da argamassa em obra, o que afeta diretamente a qualidade e custo final do empreendimento (BRAGANÇA et al., 2015). Guimarães (1997) classifica as argamassas industrializadas em: pré-misturadas (requer somente adição de água), preparada para a mistura (argamassa de cal e areia podendo ainda requerer outro ligante), e pronta para uso (para ser usada conforme fornecida).

A argamassa estabilizada é uma argamassa pronta para uso, dosada em central e chega preparada no canteiro de obras. Sua composição é basicamente cimento, areia e também aditivos que possibilitam trabalhabilidade por até 72 horas (MATOS, 2013). Os aditivos que a caracterizam são incorporadores de ar, agindo na plasticidade, e estabilizadores, que inibem a reação do cimento enquanto a argamassa estiver saturada de água, que é uma recomendação de armazenamento pelo fabricante. O emprego da argamassa estabilizada em substituição às argamassas misturadas em obra traz significativas vantagens no processo de execução dos revestimentos argamassados e no assentamento de blocos para alvenaria. Um ponto positivo é que o controle, dosagem e estocagem dos insumos básicos (cimento, cal e areia) passam a ser responsabilidade da central dosadora, o que reduz a insalubridade do manuseio de cimento e cal em pó na obra (BAUER et al., 2015). Mas destaca-se, como principal vantagem deste produto, o aumento da produtividade no canteiro.

Porém, a produção e a utilização da argamassa estabilizada ainda apresentam indefinições quanto ao desempenho a alcançar e à normatização. A utilização da argamassa estabilizada com propriedades inadequadas pode gerar patologias tanto mecânicas quanto estéticas. (BAUER et al., 2015). Por este motivo, existe uma insegurança por parte das construtoras em Porto Alegre/RS para com o uso deste produto, principalmente quando aplicado em revestimentos externos.

Neste contexto, o presente trabalho visa verificar algumas propriedades mecânicas e reológicas que podem afetar o funcionamento e a correta utilização do material e posteriormente classificar resultados dos ensaios realizados frente à norma NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos (2005).

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes da pesquisa estão subdivididas em questão da pesquisa, objetivos, pressuposto, premissa, delimitações, limitações e delineamento, sendo descritas a seguir.

2.1 QUESTÃO DA PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: a argamassa estabilizada por 72h atende as propriedades mecânicas e reológicas, examinadas neste estudo, exigidas pela normalização brasileira?

2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Estão divididos entre objetivo principal e objetivos secundários.

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal deste trabalho consiste na avaliação da argamassa estabilizada enquanto verificação do atendimento a algumas das propriedades mecânicas e reológicas exigidas pela normatização brasileira.

2.2.2 Objetivos Secundários

Os objetivos secundários deste trabalho são:

- a) avaliar a influência do tempo de estabilização em algumas propriedades do estado fresco e endurecido para argamassa estabilizada por 72 horas;
- b) avaliar a interferência da variação do teor de ar incorporado na resistência de aderência.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que os procedimentos de ensaios descritos nas normas NBR 13276, NBR 13277, NBR 13278 e NBR 13279 são válidos para a definição das propriedades: Trabalhabilidade, Capacidade de Retenção de Água, Densidade de Massa e Teor de Ar Incorporado e Resistência à Compressão aos 28 dias, respectivamente.

2.4 PREMISSE

O trabalho tem a premissa de que existe uma insegurança por parte das construtoras em Porto Alegre/RS a respeito da influência do tempo em aberto da argamassa estabilizada em suas propriedades finais, devido à falta de normatização do produto.

2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a ensaios realizados em laboratório de uma empresa privada que desenvolve, produz e comercializa argamassa estabilizada na região metropolitana de Porto Alegre.

2.6 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

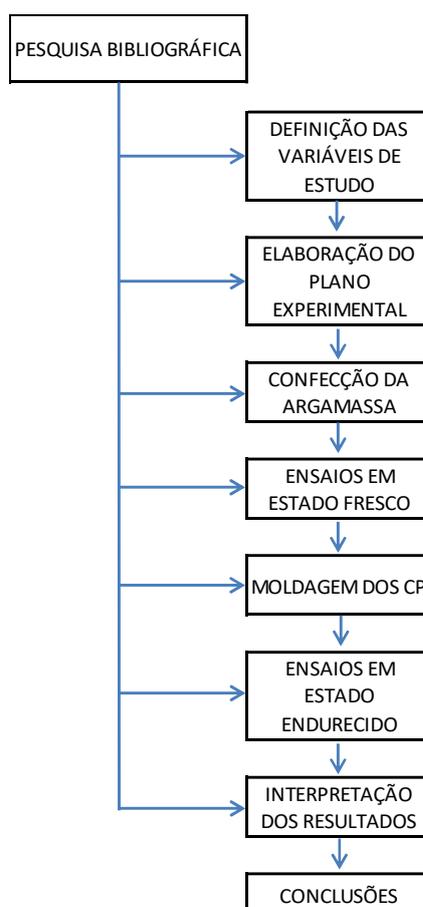
- a) considerar argamassa com estabilidade de 72h produzida no período de julho de 2016 a agosto de 2016;
- b) avaliar o comportamento das argamassa estabilizada por 72h produzida por uma única empresa e;
- c) avaliar o comportamento das argamassas estabilizadas de 72h segundo algumas propriedades exigidas pela NBR 13.281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos, quais sejam: Resistência à Compressão aos 28 dias; Densidade de Massa no Estado Fresco; Resistência à Tração na Flexão; Resistência de Aderência à Tração.

2.7 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado através das etapas apresentadas a seguir, que podem ser também visualizadas na figura 1:

- a) Pesquisa bibliográfica;
- b) Definição das variáveis de estudo;
- c) Elaboração do plano experimental;
- d) Confeção da argamassa;
- e) Ensaios em estado fresco;
- f) Moldagem dos CP;
- g) Ensaios em estado endurecido;
- h) Interpretação dos resultados;
- i) Conclusões.

Figura 1 – Diagrama das etapas de pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

A primeira etapa deste trabalho consiste na **pesquisa bibliográfica**, que busca o aprofundamento no tema e a coleta de informações que auxiliarão as demais etapas. Através da pesquisa bibliográfica analisa-se na literatura os demais trabalhos realizados na área, que, apesar de ser um tema pouco pesquisado, elucida bem diferentes enfoques que se pode dar para esta pesquisa.

Com as informações sobre o tema coletadas, foram **definidas as variáveis de estudo** que são significativas para atingir os objetivos principal e secundários do trabalho e posteriormente foi elaborado **o plano experimental**. O plano experimental foi o guia do trabalho e a partir dele pôde ser definidas as propriedades analisadas.

Os **ensaios em estado fresco** foram realizados concomitantemente à **confeção da argamassa**, o que viabilizou, inicialmente, a determinação das propriedades da argamassa em estado fresco. Logo, realizou-se a **moldagem dos corpos de prova** prismáticos de 4x4x16cm e após a espera da cura da argamassa prosseguiram-se os **ensaios em estado endurecido**, que mostram as propriedades da argamassa ao longo da sua vida útil de utilização.

Por fim, com base na revisão da literatura e nos resultados a partir dos ensaios realizados, a **interpretação dos resultados** se dará com a verificação dos requisitos determinados pela normatização brasileira. A partir destes dados poderão ser determinadas **conclusões** acerca do material para responder a questão do trabalho e atingir os objetivos definidos.

3 ARGAMASSA

A argamassa é, segundo a NBR 13281, uma "mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005)."

Nos primeiros registros, o uso da argamassa na construção civil, segundo European Mortar Industry Organisation - EMO (2013, tradução nossa), apresentava cal como o principal constituinte. No início, os materiais empregados eram limitados à disponibilidade nas proximidades onde seriam utilizados, o que costumava levar a uma ampla variação de qualidade e durabilidade. A crescente demanda por melhor desempenho, trabalhabilidade e durabilidade levou à relevante substituição das argamassas "viradas em obra" para argamassas industrializadas (EMO, 2013).

Neste capítulo serão abordados tópicos e definições para a devida contextualização da argamassa como um material de construção. Isso se dará com a classificação da argamassa e, posteriormente, serão apresentadas suas propriedades no estado fresco e endurecido.

3.1 CLASSIFICAÇÃO

Existem diferentes critérios que podem classificar as argamassas. Nesse trabalho, são apresentadas duas formas de classificação que permitem enquadrar as argamassas estabilizadas, as quais são o foco do estudo.

3.1.1 Classificação quanto à função

Carasek (2007) propõe uma classificação para argamassas de acordo com sua função construtiva. Estas funções estão associadas a finalidades ou aplicações. Esta classificação pode ser visualizada no quadro 1.

Quadro 1 – Classificação de argamassas quanto à função

FUNÇÃO	TIPO
Para construção de alvenarias	Argamassa de assentamento (elevação da alvenaria)
	Argamassa de fixação (ou encunhamento) - alv. de vedação
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 pisos	Argamassa de contrapiso
	Argamassa de alta resistência para piso
Para revestimentos cerâmicos	Argamassa de assentamento de peças cerâmicas - colante
	Argamassa de rejuntamento
Para recuperação de estruturas	Argamassa de reparo

(fonte: adaptado de Carasek, 2007)

A argamassa estabilizada é empregada na construção civil, principalmente, na função de assentamento de alvenaria e revestimento de paredes, com sua aplicação semelhante à argamassa de camada única apresentada no quadro 1. Portanto, o enfoque desse trabalho será nas argamassas utilizadas para essas duas finalidades.

3.1.1.1 Argamassa de Assentamento de Alvenaria

De acordo com Carasek (2007) as principais funções das juntas de argamassa utilizadas para a elevação de unidades de alvenaria são: selar as juntas garantindo a estanqueidade da parede à penetração de água da chuva; ligar as unidades de alvenaria de forma a constituir um elemento monolítico; distribuir uniformemente as cargas atuantes na parede; e resistir e contribuir para esforços normais e de cisalhamento.

Muitas propriedades, as quais serão detalhadas adiante (itens 3.2 e 3.3), tornam-se fundamentais para cumprir essas funções. No caso das argamassas de assentamento, as principais propriedades desejadas são: trabalhabilidade; aderência; resistência mecânica; e capacidade de absorver deformações.

3.1.1.2 Argamassa de Revestimento

O revestimento de argamassa deve apresentar um conjunto de propriedades que permitam o cumprimento das suas funções, auxiliando a obtenção do adequado comportamento do edifício como um todo. De acordo com Barros et al. (1998, p.1), as funções do revestimento argamassado são, genericamente:

- a) proteger os elementos de vedação das edificações da ação direta dos agentes agressivos;
- b) auxiliar a vedação no cumprimento das suas funções, como o isolamento termo-acústico e a estanqueidade à água e aos gases;
- c) regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo como uma base adequada para o recebimento de outros revestimentos ou constituir-se como acabamento final;
- d) contribuir para a estética da fachada.

Visando satisfazer às funções citadas anteriormente, algumas propriedades tornam-se essenciais para essas argamassas: trabalhabilidade, retração; aderência; permeabilidade à água; resistência mecânica, principalmente superficial; e capacidade de absorver deformações (CARASEK, 2007).

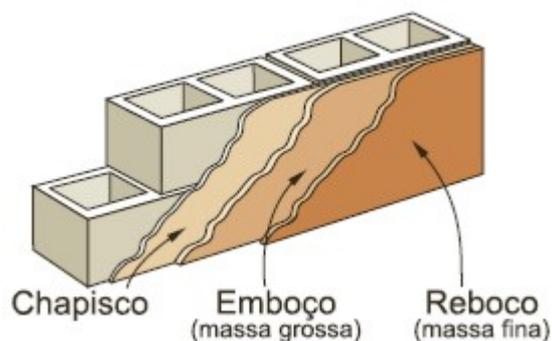
O revestimento argamassado, segundo a mesma autora, pode ser constituído por várias camadas com características e funções específicas (vide figura 2):

- a) Chapisco: camada de preparo da base, com finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento;
- b) Emboço: camada para regularizar a base, permitindo receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo (cerâmica);
- c) Reboco: camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo.

Ou ainda, o revestimento pode ser constituído por um único tipo de argamassa: camada única (sobre o qual ainda é aplicada uma camada decorativa), ou revestimento decorativo monocamada – RDM (uma camada única que simultaneamente regulariza e decora).

A camada única, na qual a argamassa estabilizada se enquadra, é atualmente a alternativa mais empregada no Brasil (CARASEK, 2007, p 870).

Figura 2 – Camadas do revestimento argamassado constituído por chapisco, emboço e reboco.



(fonte: Bolonha, 2014)

3.1.2 Classificação quanto ao tipo

Carasek (2007) apresenta também uma outra classificação das argamassas, através de alguns critérios. Tais critérios foram definidos baseados em propriedades, materiais constituintes e preparo ou fornecimento. O quadro 2 a seguir apresenta tais critérios e o respectivo tipo de argamassa.

Quadro 2 – Classificação das argamassas quanto ao tipo

CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO	TIPO
Quanto à natureza do aglomerante	Argamassa aérea
	Argamassa hidráulica
Quanto ao tipo de aglomerante	Argamassa de cal
	Argamassa de cimento
	Argamassa de cimento e cal
	Argamassa de gesso
	Argamassa de cal e gesso
Quanto ao número de aglomerantes	Argamassa simples
	Argamassa mista
Quanto à consistência da argamassa	Argamassa seca
	Argamassa plástica
	Argamassa fluida

Quanto à plasticidade da argamassa	Argamassa pobre ou magra
	Argamassa média ou cheia
	Argamassa rica ou gorda
Quanto à densidade de massa da argamassa	Argamassa leve
	Argamassa normal
	Argamassa pesada
Quanto à forma de preparo ou fornecimento	Argamassa preparada em obra
	Mistura semipronta para argamassa
	Argamassa Industrializada
	Argamassa dosada em central

(fonte: adaptado de Carasek, 2007)

As argamassas industrializadas, quanto à forma de processamento, e de acordo com a NBR 13529 (1995) são aquelas provenientes da dosagem controlada, em indústrias, de aglomerante(s), agregado(s), e, eventualmente, aditivo(s), em estado seco e homogêneo, compondo uma mistura seca, a qual o usuário somente adiciona a quantidade de água requerida para proceder a mistura.

Conforme Baía e Sabbatini (2008), a argamassa industrializada pode ser fornecida em sacos ou em silos, tendo como principal benefício o melhor controle de qualidade da mistura. Já Guimarães (1997), aponta, além das ensacadas e ensiladas, a argamassa *ready-to-use* (pronta para o uso), que pode ser usada tal como é fornecida pela fábrica, sem qualquer adição. Este é o caso da argamassa estabilizada.

3.2 PROPRIEDADES DA ARGAMASSA NO ESTADO FRESCO

Barros, et. al. (2005), publicam que o comportamento da argamassa no estado fresco e, por consequência, no estado endurecido é facilmente alterado com a variação das proporções entre os materiais constituintes. Na maioria dos casos, assume-se que os materiais constituintes são suspensões concentradas de partículas sólidas (agregados) e um líquido viscoso (pasta). De acordo com Lara e Souza (2005) é comum considerar que tais concentrações escoam como um fluido cuja resistência ao escoamento é expressa pela viscosidade.

3.2.1 Trabalhabilidade e Aspectos Reológicos da Argamassa

Barros et al. (1998) definem a trabalhabilidade como uma propriedade avaliada qualitativamente. Uma argamassa trabalhável deve permitir penetrar facilmente colheres ou espátulas sem apresentar fluidez, manter-se coesa durante o transporte, distribuir-se facilmente na base e não endurecer rapidamente na aplicação.

Carasek (2007) complementa esta definição indicando que a trabalhabilidade é a propriedade das argamassas no estado fresco com que elas podem ser misturadas, transportadas, aplicadas, consolidadas e acabadas, sem perder a homogeneidade. Se a argamassa não possuir trabalhabilidade satisfatória e não garantir a sua correta aplicação, haverá prejuízo ao desempenho do revestimento, uma vez que a aplicação afetará diretamente várias propriedades do estado endurecido, como é o caso da aderência.

Esta é uma propriedade complexa, dependente da conjunção de diversas outras propriedades, que diretamente definirão seus aspectos reológicos, como a consistência e plasticidade. A importância de uma propriedade frente a outra para caracterizar a trabalhabilidade da argamassa depende do tipo ou função da mesma.

3.2.2 Consistência e Plasticidade

A consistência é a propriedade da argamassa relacionada à trabalhabilidade que pode ser quantificada através de um índice. A norma NBR 13276 (2005) estabelece o método para a determinação do índice de consistência da argamassa. A consistência é a maior ou menor facilidade da argamassa deformar-se sob ação de cargas e sua influência é definida pela caracterização da pasta aglomerante. O uso de cal e incorporadores de ar, por exemplo, melhoram essa propriedade até um determinado limite. Por sua vez, a plasticidade é a propriedade pela qual a argamassa tende a conservar-se deformada após a retirada de tensões de deformação, e é também influenciada pelos tipos e pelas quantidades de aglomerantes e agregados, pelo tempo e intensidade da mistura, além da presença de aditivos (CARASEK, 2007 p.874-877).

3.2.3 Retenção de Água

Retenção de água é a propriedade que está associada à capacidade da argamassa fresca de manter a trabalhabilidade quando submetida a solicitações que provocam a perda de água tanto pela sucção da base quanto por evaporação (CARASEK, 2007).

Após o endurecimento, as argamassas dependem de uma adequada retenção de água para que as reações químicas de endurecimento dos aglomerantes se efetuem de maneira apropriada. Segundo Baía e Sabbatini (2008), da mesma forma que a consistência e a plasticidade, os fatores que influenciam na retenção de água são as características e proporcionalidade dos materiais constituintes da argamassa. A norma NBR 13277 (2005) estabelece o método para a determinação da retenção de água da argamassa.

3.2.4 Massa Específica e Teor de Ar Incorporado

A massa específica é a relação entre a massa do material e o seu volume. O teor de ar incorporado é a quantidade de ar existente em um certo volume de argamassa (BAÍA; SABBATINI, 2008). De acordo com Carasek (2007), quanto mais leve for a argamassa, mais trabalhável será a longo prazo, o que reduz o esforço do operário na sua aplicação, resultando em um aumento de produtividade ao final da jornada de trabalho. À medida que cresce o teor de ar, a massa específica relativa da argamassa diminui. Como efeito, também é de se esperar redução nas resistências mecânicas. O teor de ar da argamassa pode ser aumentado através dos aditivos incorporadores de ar. A norma NBR 13278 (2005) estabelece o método para determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado em argamassas no estado fresco.

3.2.5 Retração por Secagem

De acordo com Baía e Sabbatini (2008), a retração por secagem ocorre devido à evaporação de parte da água de amassamento da argamassa para o ambiente e perda por sucção para a base, além do consumo desta nas reações de hidratação no caso da argamassa que contém cimento. Segundo Carasek (2007), a parcela principal da retração é devida à secagem. Se a secagem é lenta, a argamassa tem tempo suficiente para atingir uma resistência à tração necessária para suportar as tensões internas que surgem. Mas quando o clima está quente,

seco e com ventos fortes, acelerando a evaporação, a perda de água pode gerar fissuras de retração.

As argamassas com alto teor de cimento, denominadas “fortes”, estão mais sujeitas às tensões causadoras do aparecimento de fissuras durante a secagem, além de possíveis descolamentos da argamassa já no estado endurecido. Já as argamassas mais “fracas” estão menos sujeitas ao aparecimento das fissuras (BAÍA; SABBATINI, 2008).

3.3 PROPRIEDADES DA ARGAMASSA NO ESTADO ENDURECIDO

As propriedades da argamassa no estado endurecido equivalem às propriedades do próprio revestimento. A completa caracterização das propriedades das argamassas depende da sua interação com os materiais que estarão em contato, porém o objetivo deste trabalho limita os aspectos desta interação a uma análise generalizada.

3.3.1 Aderência

De acordo com Recena (2011, p. 49), aderência é a propriedade do revestimento de manter-se fixo ao substrato, oferecendo resistência às tensões normais e tangenciais que surgem na interface base-revestimento. Portanto, não se pode considerar a aderência de uma argamassa sem especificar em que matéria ela será aplicada, pois a aderência é uma propriedade que depende da interação dos dois materiais.

Ainda, de acordo com Carasek (2007), o mecanismo da ligação argamassa-substrato é um fenômeno essencialmente mecânico, devido, basicamente, à penetração da argamassa nos poros ou entre as rugosidades da base de aplicação. No interior dos poros, ocorrem fenômenos de precipitação dos produtos de hidratação do cimento e carbonatação da cal, e, após algum tempo, esses precipitados intracapilares exercem ação de ancoragem da argamassa à base.

No Brasil, a avaliação da resistência de aderência à tração de revestimentos de argamassa, também denominada de resistência ao arrancamento, está prevista na norma NBR 13528 (1995), com metodologia que permite a avaliação tanto em laboratório quanto em obra.

3.3.2 Capacidade de Absorver Deformações

É a capacidade do revestimento de suportar tensões sem apresentar fissuras prejudiciais e sem perder a aderência. De acordo com Baía e Sabbatini (2008), o revestimento tem a responsabilidade de absorver as deformações de pequena amplitude, que ocorrem em consequência da ação da temperatura ou da umidade. Acrescenta-se que tais fatores apresentam muita relevância na cidade de Porto Alegre - RS.

Uma mesma argamassa recobre, em revestimentos, materiais de diferentes coeficientes de dilatação térmica, como concreto armado e alvenaria de tijolos cerâmicos, devendo absorver de forma eficiente deformações diferenciais advindas da resposta dada pelos diferentes materiais às solicitações oriundas das constantes variações térmicas e/ou higrométricas (RECENA, 2011).

A capacidade de um material em absorver esforços por deformação pode ser relacionada, de acordo com Recena (2011), com seu módulo de elasticidade, que pode ser entendido como a tensão necessária para promover a deformação de uma unidade de comprimento medida sobre um corpo de prova submetido ao ensaio. Sabe-se que o módulo de elasticidade de um material apresenta correspondência com sua resistência à compressão. Assim, materiais de grande deformabilidade, ou seja, de baixo módulo de elasticidade, apresentam baixa resistência à compressão.

Segundo Baía e Sabbatini (2008), a capacidade das argamassas de absorver deformações está relacionada também às juntas de trabalho do revestimento. As juntas delimitam os panos, dividindo-os em dimensões menores, compatíveis com as deformações. Isso contribui para a obtenção de um revestimento sem fissura.

3.3.3 Resistência Mecânica

A resistência mecânica é a propriedade dos revestimentos responsável por suportar as ações mecânicas de diferentes naturezas, devidas a abrasão superficial, ao impacto e à contração termo-higroscópica (BARROS, 1998, p. 8). Esta propriedade aumenta com a redução da proporção de agregado na argamassa, varia inversamente com a relação água/cimento e com o tipo de proporção entre cimento e cal em argamassas com dois aglomerantes. A norma

NBR 13279 (2005) descreve o método para a determinação da resistência à compressão de argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos, no estado endurecido.

3.3.4 Permeabilidade e Durabilidade

A permeabilidade, segundo Baía e Sabbatini (2008), está relacionada à passagem de água pela camada de argamassa, que é um material poroso e permite a percolação da água tanto no estado líquido como no de vapor. O revestimento deve evitar a percolação de água e ser permeável ao vapor. Quando existem fissuras no revestimento, o caminho para a percolação da água é direto até a base, o que compromete a estanqueidade da vedação. Além da fissuração, outros fatores prejudicam a durabilidade do revestimento, tais como a cultura e proliferação de micro-organismos, a qualidade dos materiais das argamassas e a falta da manutenção (BARROS, 1998, p. 10). A permeabilidade pode ser indicada pelo coeficiente de capilaridade, conforme ensaio da NBR 15259 (2005).

3.4 MATERIAIS CONSTITUINTES

3.4.1 Água

A importância da água na composição da argamassa é considerável. Misturada ao agregado, à cal (quando existente) e ao cimento Portland (quando existente), a água é responsável por dar trabalhabilidade à mistura e também influencia nas propriedades do estado endurecido, tais como a resistência mecânica (ligada à relação a/c), durabilidade (influência na retração, a qual está ligada ao aparecimento de fissuras), permeabilidade, (também ligada à relação a/c) entre outras. A quantidade de água adicionada na mistura deve ser tal que garanta uma boa produtividade no assentamento, sem que cause a segregação dos constituintes da argamassa (BEDIN et al., 2003).

De acordo com Guimarães (1997) a água utilizada nas argamassas não pode conter materiais orgânicos e coloides em suspensão, e tampouco resíduos a 180°C. Atualmente está em vigor a NBR 15900 (2009), a qual trata da água de amassamento do concreto (podendo ser

aplicada a argamassas), trazendo os procedimentos de amostragem e análises que devem ser feitas (presença de zinco, chumbo, nitratos, cloretos, sulfatos, fosfatos, álcalis e açúcares).

3.4.2 Agregado miúdo (areia)

De acordo com Bedin et al. (2003), a areia é um agregado que atua como inerte na argamassa, reduzindo a proporção dos aglomerantes, o custo da mistura e diminuindo os efeitos nocivos do excesso de cimento, se existir. Segundo Baía e Sabbatini (2008), vários são os aspectos a serem considerados na areia para a composição da argamassa, são eles: composição granulométrica, dimensões, forma e rugosidade superficial dos grãos, massa unitária, inchamento e presença de impurezas orgânicas. Guimarães (1997), apresenta a influência dos parâmetros granulométricos da areia nas propriedades da argamassa no seu estado fresco e endurecido, como mostra o quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Influência dos parâmetros granulométricos do agregado nas propriedades das argamassas

PROPRIEDADES	CARACTERÍSTICAS DA AREIA		
	Quanto menor o módulo de finura	Quanto mais descontínua a granulometria	Quanto maior o teor de grãos angulosos
Trabalhabilidade	Melhor	Pior	Pior
Retenção de água	Melhor	Variável	Melhor
Elasticidade	Pior	Pior	Pior
Retração na secagem	Aumenta	Aumenta	Variável
Porosidade	Variável	Aumenta	Variável
Aderência	Pior	Pior	Melhor
Resist. Mecânicas	Variável	Pior	Variável
Impermeabilidade	Pior	Pior	Variável

(fonte: Guimarães, 1997)

Segundo Sabbatini (1986), é mais válido medir as propriedades das argamassas ao serem compostas por uma determinada areia, do que procurar inferir nas propriedades a partir das características da areia em si.

3.4.3 Cimento

O cimento Portland é um aglomerante hidráulico de origem mineral. O produto se origina da calcinação de misturas bem proporcionadas de calcário com alto teor de cálcio e baixo em magnésio, e argilas. A mistura calcinada - clínquer - é moída com uma pequena porcentagem de gipsita (silicato de cálcio hidratado natural) e posteriormente, ainda são acrescentadas adições minerais como escória de alto forno, pozolanas e filer calcário (GUIMARÃES, 1997).

As propriedades físicas dos cimentos Portland são normalmente de simples determinação através de ensaios normalizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas. A entidade também é responsável pela especificação dos limites exigidos a cada tipo de cimento. Algumas dessas propriedades são apresentadas a seguir, uma vez que se mostram relevantes no desempenho das argamassas (BAUER; SOUZA, 2005)

3.4.3.1 Grau de Finura

Quanto mais fino o cimento, maior a resistência mecânica obtida, tanto a resistência final (em idades superiores a 6 meses) quanto, principalmente as iniciais (3 a 14 dias). Assim, segundo Carasek (2007), maiores valores de resistência de aderência são obtidos quando se emprega o CP V - ARI (alta resistência inicial) em comparação com os demais cimentos Portland. A finura, de acordo com Bauer e Souza (2005), influi decisivamente na reatividade e na velocidade das reações químicas que se processam durante a pega e o endurecimento. O aumento da finura dos cimentos acarreta um aumento da atividade superficial das partículas na hidratação.

3.4.3.2 Tempo de Pega

O tempo de pega está relacionado ao desenvolvimento das reações de hidratação do cimento após a mistura com água. Avalia-se a pega do cimento em função da penetração de uma agulha com dimensões e massa padronizadas. O procedimento de ensaio para determinação dos tempos de início e fim de pega é descrito na norma NBR NM 65 (2003).

O período de utilização relacionado ao tempo de pega deve ser encarado com muita seriedade, principalmente com a argamassa estabilizada. Argamassas fabricadas para atender determinadas horas de uso devem ser armazenadas com uma película de água de um dia para o outro, como recomenda o fornecedor. O descuido com a armazenagem leva, a argamassa,

muitas vezes a não atender às condições de aplicação quanto ao tempo de início de pega, podendo comprometer o desempenho do sistema de revestimento.

3.4.4 Aditivos

Os aditivos são compostos adicionados em pequena quantidade à mistura, com a finalidade de melhorar algumas propriedades das argamassas, tanto no estado fresco como no estado endurecido e sua quantidade é expressa em porcentagem do aglomerante. Segundo a NBR 11768 (2011), os tipos de aditivos normatizados no Brasil são:

- Tipo P - aditivo plastificante;
- Tipo R - aditivo retardador;
- Tipo A - aditivo acelerador;
- Tipo PR- aditivo plastificante retardador;
- Tipo PA - aditivo plastificante acelerador;
- Tipo IAR - aditivo incorporador de ar;
- Tipo SP - aditivo superplastificante;
- Tipo SPR - aditivo superplastificante retardador;
- Tipo SPA - aditivo superplastificante acelerador.

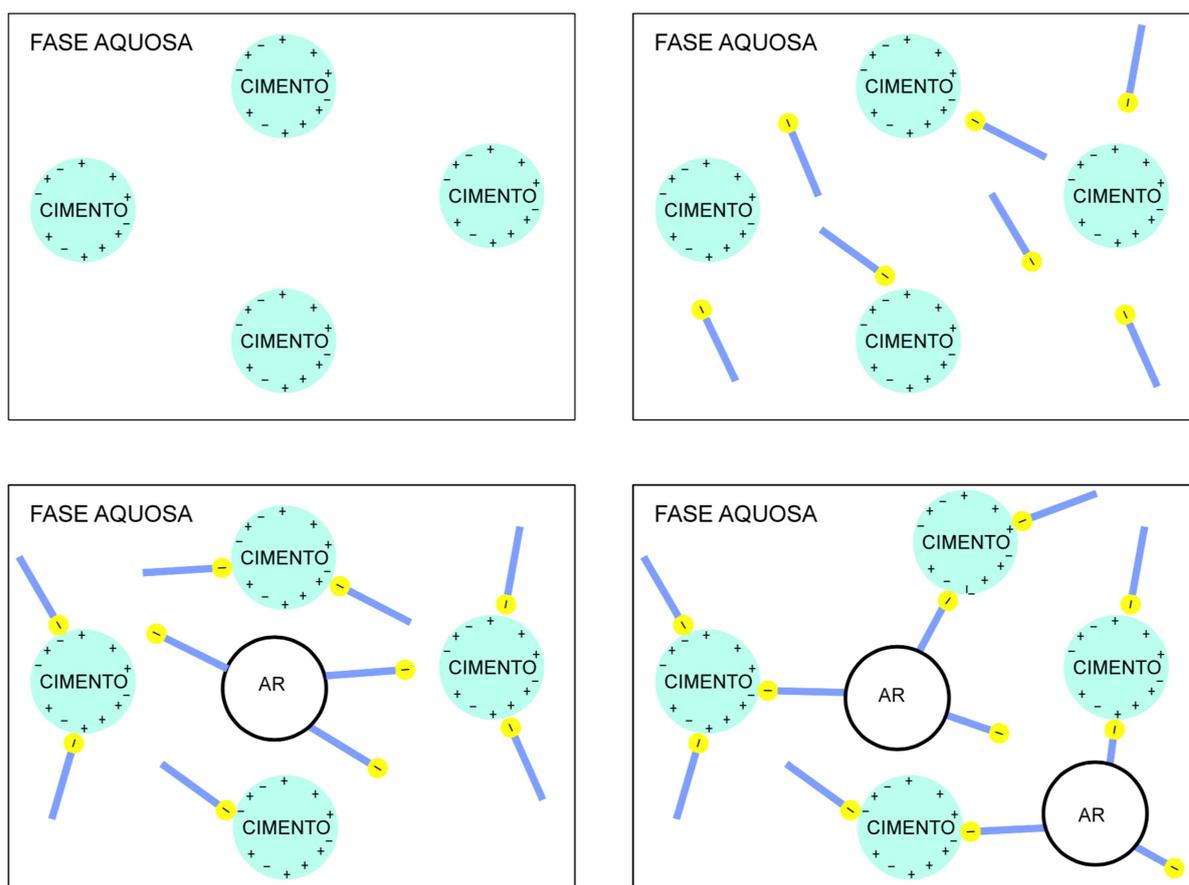
A norma NBR 11768 (2011) estabelece requisitos de desempenho para a utilização de aditivos. Os ensaios realizados para caracterização de aditivos (pH, teor de sólidos, massa específica, teor de cloretos e análise por infravermelho) e verificação da uniformidade de um lote são descritos pela norma NBR 10908 (2008).

As argamassas estabilizadas possuem em sua composição aditivos químicos classificados como estabilizadores de hidratação ou inibidores de hidratação, além de incorporadores de ar. Sabe-se, de acordo com a NBR 11768 (2011), que os aditivos retardadores podem atrasar o tempo de início de pega em no máximo 3,5 horas. Portanto, os aditivos estabilizadores de hidratação não podem ser classificados como retardadores, uma vez que podem atrasar o início de pega em até 72 horas.

3.4.4.1 Aditivos Incorporadores de Ar

Os aditivos incorporadores de ar são materiais orgânicos, normalmente apresentados na forma de solução, podendo ou não estar presentes nas argamassas estabilizadas. Quando adicionados às argamassas, produzem uma quantidade controlada de bolhas microscópicas de ar, uniformemente dispersas (ALVES, 2002). Essas substâncias, ainda segundo Alves (2002), são predominantemente tensoativos aniônicos, os quais, quando adicionados às pastas de cimento, tendem a se adsorver nas partículas sólidas da pasta, através da sua parte polar, com a parte apolar voltada para a fase aquosa, dando um caráter hidrofóbico às partículas de cimento. As bolhas de ar são formadas pelos tensoativos que não foram adsorvidos e estão livres na fase aquosa, como mostra a figura 3 a seguir.

Figura 3 - Funcionamento do aditivo incorporador de ar nas argamassas



(fonte: adaptado de Alves, 2002)

Alves (2002) afirma que existem quatro grandes razões para, intencionalmente, se produzir ar nas argamassas, que a seguir serão discutidas:

- a) Plasticidade: A presença do ar incorporado proporciona um ganho de plasticidade e um aumento na estruturação do sistema, propriedades necessárias para que as argamassas de revestimento se tornem aplicáveis em superfícies verticais e horizontais;
- b) Rendimento: Consegue-se um maior volume de argamassa para uma mesma quantidade de material, devido à diminuição da densidade da mesma;
- c) Capacidade de absorver deformações: Bauer¹ (2000 apud Alves, 2002), apresenta, em seu trabalho, redução em torno de 50% para o valor do módulo de deformação das argamassas com ar incorporado, em relação às argamassas sem ar;
- d) Fissuração: A presença do ar incorporado permite uma diminuição na quantidade de finos, o que possibilita a colocação de menos água na mistura para uma mesma condição de aplicação. Isso reduz a retração plástica e a retração por secagem, diminuindo a tendência à fissuração.

Guimarães (1997), em seu estudo específico sobre a cal e suas aplicações na engenharia civil, demonstra que a adição da mesma na argamassa de cimento Portland proporciona à mistura maior índice de retenção de água. Algumas vantagens decorrentes da capacidade de retenção de água da cal hidratada na argamassa, estudadas pelo autor, coincidem com as consequências do uso do aditivo incorporador de ar, como: melhor, trabalhabilidade e absorção dos acomodamentos iniciais das estruturas, em função da maior flexibilidade das ligações.

Em seu estudo, Recena (2011) explica que o mercado abriu-se para os aditivos em busca de novos materiais que pudessem substituir as propriedades que a cal proporciona às argamassas. Isso ocorreu devido a inúmeros problemas verificados nas obras que usavam, como procedimento absoluto durante muitos anos, argamassas feitas no canteiro a partir de argamassas intermediárias de cal e areia. Esses problemas concorreram para desacreditar as argamassas intermediárias (cal e areia) quanto à sua qualidade.

Destacam-se entre as causas desses problemas a grande quantidade de lojas de materiais de construção que possuíam unidades de produção da argamassa intermediária. Cada uma produzindo à sua maneira, com materiais distintos e traços diferentes e sem acompanhamento técnico eficiente, conseqüentemente, com diferenças gritantes na qualidade. Recena (2011) comenta sobre os aditivos na citação a seguir:

¹ BAUER, E. **Dosagem de argamassas**. Relatório Técnico. Laboratório de Ensaio de Materiais, Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

Na verdade, a maioria desses produtos visa a melhorar uma argamassa de cimento e areia garantindo boa coesão e, em última análise, gordura, sem o emprego da cal. Ocorre que esses produtos não são aglomerantes, não contribuem para a resistência mecânica, não contribuem para a melhoria da aderência, não melhoram as condições de impermeabilidade nem tampouco aumentam a capacidade de absorver deformações de cimento e areia. Em geral, para justificar-se economicamente, são sugeridos traços fracos de baixo consumo de cimento, comprometendo o desempenho geral da argamassa.

3.4.4.2 Aditivo Estabilizador de Hidratação (AEH)

O aditivo estabilizador de hidratação é um produto químico que atua sobre as moléculas do cimento, bloqueando a reação com a água, mantendo sua estabilidade por longo período. O período de estabilização é determinado pela quantidade de produto adicionado à massa do cimento da argamassa, que pode chegar a 72 horas (BIANCHINI et al., 2007).

De acordo com Benini e Cincotto (2007) o uso de aditivo estabilizador de hidratação do cimento aparece como uma alternativa aos métodos de tratamento e disposição do concreto devolvido às indústrias e reaproveitamento da água de lavagem dos caminhões betoneira. Com isso, possibilita combater um dos graves problemas enfrentados pela indústria produtora de concreto, que é o impacto ambiental que a própria indústria causa com a geração de grande quantidade de resíduos.

Segundo Salvador (2011), o aditivo estabilizador de hidratação é considerado um agente ativo de superfície designado para inibir a nucleação na superfície de hidratos ricos em íons cálcio. Dessa forma, o mecanismo de ação baseia-se na inibição da nucleação do C-S-H (silicato de cálcio hidratado) e CH (hidróxido de cálcio). Quando o AEH é adicionado juntamente com a água de amassamento, diminui a nucleação e formação do C-S-H; se adicionado após o período de indução, diminui o núcleo e o crescimento do C-S-H e CH quando estes já estão formados.

Ainda de acordo com Salvador (2011), a capacidade do aditivo estabilizador de retardar o crescimento de núcleos já formados implica na possibilidade de o material ser estabilizado algumas horas depois de misturado. A hidratação é retomada quando um aditivo ativador é adicionado à mistura, ou quando o estabilizador é completamente consumido, como acontece usualmente com a argamassa estabilizada.

Bauer et al. (2015, p. 3) explicam a relação entre a película de água no armazenamento da argamassa estabilizada e o aditivo estabilizador de hidratação, bem como o seu mecanismo de ação, na citação a seguir:

Os aditivos estabilizadores inibem a reação do cimento enquanto a argamassa estiver saturada de água (no container devem ficar com um filme de água sobre a superfície). O aditivo estabilizador atua principalmente no controle de hidratação do cimento Portland, porém seu uso deve ser controlado, visto que, em altos teores pode acarretar em um atraso de pega imprevisível.

4 ARGAMASSA ESTABILIZADA

A argamassa estabilizada, em Porto Alegre, está na sua fase inicial de comercialização, com poucas empresas fornecedoras deste material. Assim, trata-se de um material cuja oferta é recente e, por isso, há necessidade de comprovação de sua qualidade técnica para que se possa desfrutar de suas vantagens no que diz respeito a custos, logística e produtividade.

A argamassa estabilizada é uma argamassa úmida, dosada em central, pronta para uso e que se mantém trabalhável por até 72 horas, dependendo de sua composição. De acordo com Andrade et al. (2011), para retardar o tempo de pega e preservar as características da argamassa por um tempo pré-determinado, são introduzidos aditivos estabilizadores de hidratação, além de incorporadores de ar. Uma vez aplicados, seu comportamento é semelhante ao das argamassas convencionais.

O material é produzido em central dosadora e chega na obra em caminhões betoneira. Lá, é descarregado em caixas plásticas ou metálicas, vide figura 4, fornecidas pelo prestador de serviço de argamassa estabilizada. Estas caixas servem, dependendo do volume de material, como recipientes de medida, armazenagem, transporte e abastecimento de argamassa e devem ser devidamente etiquetadas para que se mantenha o controle da data de vencimento da mesma. As caixas de argamassa que serão utilizadas como reserva para dias seguintes - armazenadas na obra de um dia para o outro - devem receber uma película de água de 10 a 30 mm, dependendo da indicação do fornecedor, para evitar a perda de água para o ambiente. A água de armazenagem não se mistura com a argamassa disposta na caixa, podendo ser removida facilmente da superfície através de baldes ou promovendo um desnível na argamassa, por exemplo. Removendo esta película de água, a argamassa volta a estar pronta para o uso, não havendo a necessidade de remistura.

Figura 4 – Descarga de argamassa estabilizada em caixa plástica no canteiro de obras



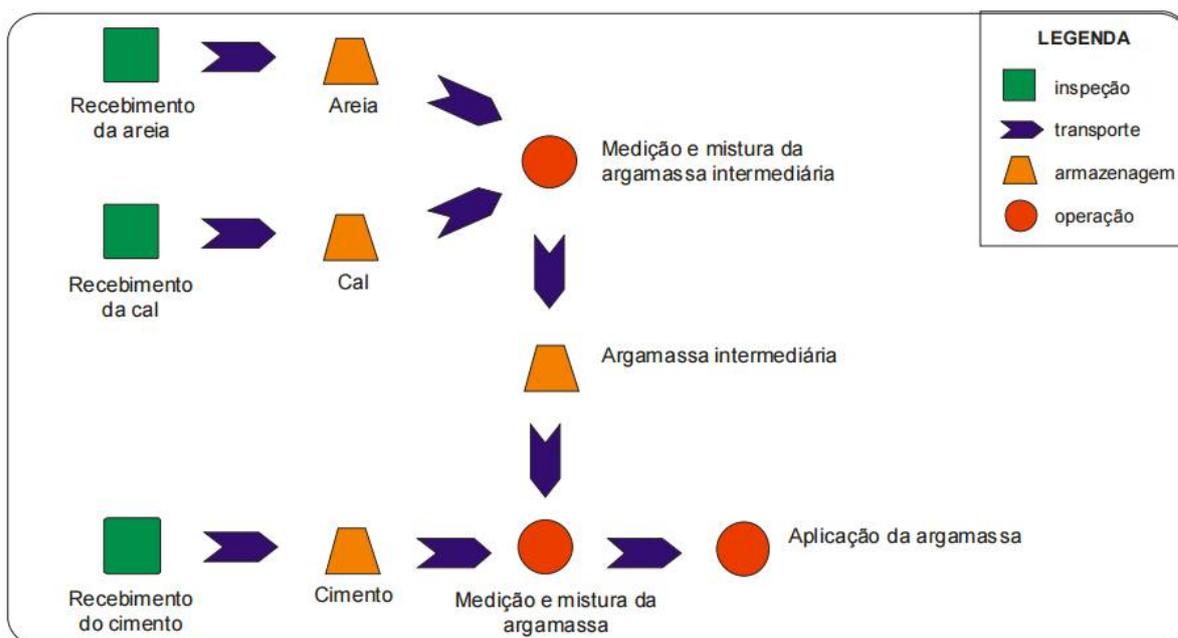
(fonte: Portal Argamassa Estabilizada, 2014)

Estudos realizados por Bragança et al. (2015) demonstram que o desempenho técnico da argamassa estabilizada por 48 horas dosada em central, a partir de ensaios realizados nos estados fresco e endurecido, atendeu aos requisitos normativos, em todos os intervalos de tempo em que foi analisada: 4, 8, 12, 24, 36 e 48 horas. Já Macioski (2014), analisando argamassas estabilizadas de 36 e 72 horas, identificou valores de retenção de água inferiores ao de 80% estabelecido como limite mínimo por norma, independentemente do tempo em que foram feitas as análises. Macioski (2014) observou também, em seu estudo, a influência do tempo de utilização e do tempo de armazenamento da argamassa, verificando que a trabalhabilidade foi muito prejudicada passando 48 horas de idade da mesma.

4.1 VANTAGENS

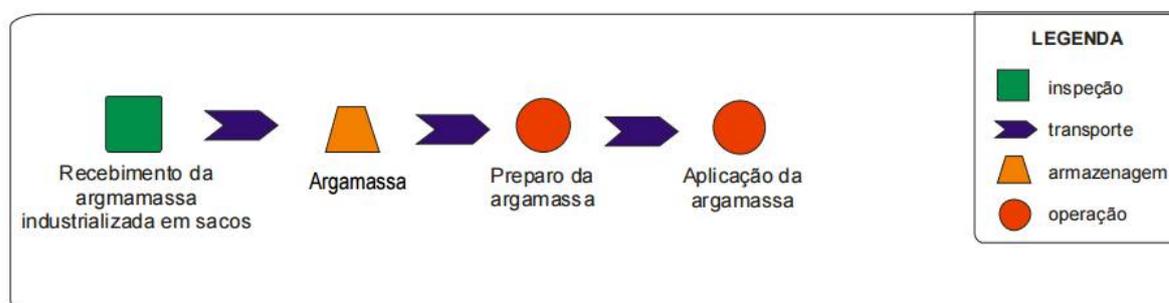
A análise das vantagens da utilização da argamassa estabilizada na literatura trata, principalmente, da elevada produtividade que o produto agrega. Oliveira (2006) analisa a logística de argamassas dosadas em central em comparação à produção de argamassa convencional, cujos fluxogramas podem ser visualizados nas figuras 5 e 6.

Figura 5 – Fluxograma de fabricação de argamassa convencional no canteiro de obras



(fonte: Oliveira, 2006)

Figura 6 – Fluxograma de utilização da argamassa industrializada dosada em central



(fonte: Oliveira, 2006)

Observando as figuras 5 e 6, nota-se que a argamassa elaborada no canteiro de obras dispense mais recursos que a argamassa dosada em central (como é o caso da argamassa estabilizada), como tempo, pessoas, transportes. A argamassa convencional também utiliza grande espaço destinado à estocagem dos materiais, desde o recebimento das matérias-primas a serem utilizadas até o momento de aplicação da argamassa (OLIVEIRA, 2006). Estes dados ilustram a vantagem da argamassa estabilizada quanto a limpeza e organização do canteiro, assim como agilidade na sua utilização.

Daré e Souza (2014), realizaram um estudo comparativo de produtividade de mão de obra entre argamassa confeccionada *in loco* e argamassa estabilizada, analisando dois canteiros de obras, em Criciúma, SC. O custo da argamassa produzida *in loco* foi composto com areia pré misturada, cimento CPII, mão de obra e horas produtivas e improdutivas de betoneira. A argamassa confeccionada *in loco* resultou em 39,3% acima do valor do metro quadrado da argamassa estabilizada, sendo que na execução do serviço de revestimentos internos de paredes com argamassa estabilizada os profissionais (pedreiros) trabalhavam sem o auxílio de serventes.

Oliveira, em 2006, já apontava não só redução de custos diretos na utilização da argamassa estabilizada em um canteiro de obras em São Paulo, SP, como também redução de custos indiretos e mitigação dos riscos patológicos visto ser um produto de qualidade controlada. Bragança et al. (2015), enfatizam o ótimo desempenho técnico que a argamassa estabilizada de 48 horas obteve em seu estudo frente às outras argamassas analisadas (industrializadas e produzidas em obra). Os autores reforçam a ideia de maior segurança da argamassa estabilizada quando comparada às outras, visto que sua dosagem é controlada em central.

4.2 DESVANTAGENS

Há carência de informações sobre as desvantagens do uso de argamassas estabilizadas, principalmente sobre no estado fresco. Apesar de ser um material que possui qualidade controlada, a argamassa estabilizada apresenta, conforme a maioria dos trabalhos analisados, prejuízos ao longo do tempo nas propriedades do estado fresco, e conseqüentemente endurecido. Isso alimenta a insegurança em relação ao uso desse produto em revestimentos externos, por exemplo.

Estudos conduzidos por Calçada et al. (2013) apresentam variações na densidade de massa e teor de ar incorporado quando comparada a argamassa com 0 hora e 48 horas de armazenamento. Os autores constataram, visualmente e no manuseio da argamassa, uma perda de trabalhabilidade, a qual foi evidenciada pelo menor índice de consistência e menor teor de ar incorporado, acarretando grande redução na capacidade de resistência de aderência à tração (propriedade do estado endurecido).

A recomendação dos fabricantes para armazenamento da argamassa até o momento de execução nem sempre é executada, pois esta prática exige fiscalização diária. A pesquisa de

Andrade et al. (2011), avaliou a influência do sistema de armazenamento de um dia para o outro, indicado pelos fornecedores da argamassa estabilizada, quando comparada sem o armazenamento apropriado. Os resultados obtidos indicaram um comportamento distinto da argamassa estabilizada em função do processo de armazenamento -“com película” ou “sem película”-. Verificou-se que com a colocação da película a queda do índice de consistência é menor do que “sem película”, concluindo que a película mostra-se necessária à armazenagem; no entanto apesar dela, houve redução na plasticidade.

5 MÉTODOS

Será avaliado 1 m³ da argamassa estabilizada por 72 horas disposta em uma caixa plástica, a qual será mantida armazenada em obra de acordo com o especificado pelo fabricante, com aproximadamente 2 cm de lâmina de água sobre o material. A remoção da água de armazenagem será feita com a criação de um desnível na argamassa, promovendo o deslocamento da água. Esta situação caracteriza o dia a dia no canteiro de obra. No estado fresco, os ensaios serão realizados no laboratório da empresa fornecedora do material.

A fim de avaliar o desempenho das argamassas estabilizadas de 72 horas, as propriedades são verificadas de acordo com os ensaios descritos a seguir, como constam no quadro 4, e classificados de acordo com os critérios e requisitos da NBR 13.281 (2005). Os ensaios no estado fresco, bem como a moldagem dos corpos de prova que serão rompidos aos 28 dias, deverão ser executados nas idades de 0, 24, 48 e 72 horas da argamassa estabilizada. Desta forma, o estudo contará com amostras nas idades iniciais, intermediárias e finais, podendo-se assim avaliar a influência do tempo de estabilização no desempenho da argamassa.

Quadro 4 – Requisitos para classificação conforme NBR 13.281:2005

PROPRIEDADE	NORMA ABNT
Resistência à compressão	NBR 13.279
Densidade de massa aparente no estado endurecido	NBR 13.280
Resistência à tração na flexão	NBR 13.279
Coefficiente de capilaridade	NBR 15.259
Densidade de massa no estado fresco	NBR 13.278
Retenção de água	NBR 13.277
Resistência potencial de aderência à tração	NBR 15.258

(fonte: Adaptado de NBR 13.281, 2005)

Além destes ensaios, ainda podem ser definidos o tempo de início de pega e a consistência da argamassa, que não são contemplados na NBR 13281. A caracterização do agregado

miúdo para a dosagem da argamassa deve ser baseada na determinação da composição granulométrica de agregados miúdos e graúdos, conforme a NBR NM 248.

5.1 ENSAIOS DE PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO

Neste capítulo serão apresentados a metodologia dos ensaios no estado fresco da argamassa, sendo eles: consistência, densidade de massa e teor de ar incorporado, retenção de água e tempo de início de pega.

5.1.1 Consistência

A consistência das argamassas pode ser determinada através do ensaio de mesa de consistência (*Flow-table*), conforme instrui a NBR 13276 (2016).

O teste consiste em medir o espalhamento horizontal de uma argamassa acomodada em um molde na forma de um cone padrão sobre uma mesa, ambos descritos na NBR 7215 (1997), onde o material é submetido a sucessivos impactos após a retirada do cone, vide figura 7. Os impactos são acionados por uma manivela que eleva a mesa até uma determinada altura e, subitamente, faz com que ela caia de volta na sua altura de origem. A NBR 13276 indica acionar a manivela de modo que a mesa suba e caia 30 vezes em 30 segundos de maneira uniforme.

Os resultados obtidos são apresentados quantitativamente na forma de índice de consistência ou porcentagem de espalhamento, podendo ser avaliado, também, a tendência à segregação de fases no sistema, de modo qualitativo (CARDOSO et al., 2010, p.125)

Figura 7 – Ensaio de abatimento *flow-table*



(Fonte: Suryakanta, 2013)

5.1.2 Densidade de massa no estado fresco e teor de ar incorporado

A NBR 13278 define a aparelhagem necessária para a execução dos ensaios de densidade de massa e teor de ar incorporado, bem como a metodologia. Os materiais consistem em uma balança com resolução de 0,1 g, recipiente cilíndrico rígido, espátula e uma placa de vidro plano. Calcula-se a densidade de massa da argamassa, no estado fresco, em quilogramas por metro cúbico, através da fórmula 1:

$$d = \frac{m_c - m_v}{v_r} 1000 \quad (\text{fórmula 1})$$

Sendo:

d é a densidade de massa [kg/m^3];

m_c é a massa do recipiente cilíndrico contendo a argamassa de ensaio [g];

m_v é a massa do recipiente cilíndrico vazio [g];

v_r é o volume do recipiente cilíndrico [cm^3].

Para o teor de ar incorporado na argamassa, a norma faz o uso da fórmula 2:

$$A = 100 \left(1 - \frac{d}{d_t} \right) \quad (\text{fórmula 2})$$

Sendo:

A é o teor de ar incorporado [%];

d_1 é o valor da densidade de massa da argamassa [g/cm^3];

d_t é o valor da densidade de massa teórica da argamassa [g/cm^3].

A classificação dos resultados é descrita na tabela 1 a seguir, conforme NBR 13281 (2005).

Tabela 1 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) para 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 13.281, 2005)

5.1.3 Retenção de Água

O ensaio de retenção de água consiste na medida da massa de água retida pela amostra de argamassa após a sucção realizada por meio de uma bomba de vácuo a baixa pressão, em um funil de filtragem. A NBR 13277 (2005) define especificamente a aparelhagem necessária para a execução do ensaio, que consiste em um funil de Buncher modificado com bomba de vácuo, discos de papel-filtro, soquete metálico, régua, balança e cronômetro.

A determinação da retenção de água (Ra) é calculada através da fórmula 3, prevista na mesma norma citada anteriormente e classificada pela NBR 13281 (2005), de acordo com a tabela 2:

$$Ra = \left[1 - \frac{(m_a - m_s)}{AF(m_a - m_v)} \right] 100 \quad (\text{fórmula 3})$$

Sendo o fator água/argamassa fresca (AF) calculado pela fórmula 4:

$$AF = \frac{m_w}{m + m_w} \quad (\text{fórmula 4})$$

Sendo:

m_a é a massa do conjunto com argamassa [g];

m_s é a massa do conjunto após a sucção [g];

m_v é a massa do conjunto vazio [g];

AF é o fator água/argamassa fresca;

m_w é a massa total de água acrescentada à mistura [g];

m é a soma das massas dos componentes anidros [g].

Tabela 2 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) para 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

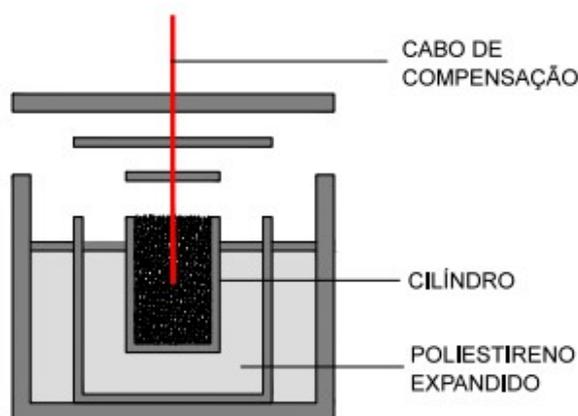
(fonte: Adaptado de NBR 13.281, 2005)

5.1.4 Tempo de Início de Pega

O método semi-adiabático (calorimetria) determina o calor de hidratação e o tempo de início de pega das argamassas a partir da variação da temperatura em função do tempo. O sistema consiste em uma série de caixas confeccionadas de poliestireno expandido e revestidas por lâminas de alumínio, visando um bom isolamento térmico do material avaliado, vide figura 8. A argamassa estabilizada ensaiada é inserida, dentro das caixas, em um recipiente cilíndrico do mesmo material, tendo o seu preenchimento baseado nos procedimentos descritos pela NBR 7215 (quatro camadas com trinta golpes cada). O método opera com a colocação de cabos de compensação (termo técnico dado aos cabos de ligação entre os sensores de temperatura até seu instrumento leitor) dentro da amostra de argamassa ainda no estado fresco, de modo que atinja exatamente a metade da altura do corpo de prova.

A partir dos gráficos gerados pelo instrumento de leitura, é possível determinar o tempo de início de pega e a temperatura máxima de hidratação da amostra.

Figura 8 – Sistema de isolamento térmico



(Fonte: elaborado pelo autor)

5.2 ENSAIO DE PROPRIEDADES NO ESTADO ENDURECIDO

Neste capítulo serão apresentados a metodologia dos ensaios no estado endurecido da argamassa, sendo eles: densidade de massa aparente, coeficiente de capilaridade, resistência à tração na flexão e compressão e resistência potencial de aderência à tração.

5.2.1 Densidade de massa aparente no estado endurecido

A densidade de massa aparente no estado endurecido da argamassa é possível de ser calculada a partir da metodologia descrita na NBR 13280 (2005). O ensaio consiste em determinar a massa e o volume dos corpos-de-prova com idade de 28 dias, com o auxílio dos utensílios de laboratório. Após, calcula-se a densidade de massa através da fórmula 5:

$$\rho_{m\acute{a}x} = \frac{m}{v} 1000 \quad (\text{f\acute{o}rmula 5})$$

Sendo:

$\rho_{m\acute{a}x}$ é a densidade de massa [kg/m³];

m é a massa do corpo de prova [g];

v é o volume do corpo-de-prova [m³].

A classificação dos resultados é descrita na tabela 3 a seguir, conforme NBR 13281 (2005).

Tabela 3 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) para densidade de massa aparente no estado endurecido

Classe	Densidade de massa aparente no estado endurecido (kg/m³)
M1	≤ 1200
M2	1000 a 1400
M3	1200 a 1600
M4	1400 a 1800
M5	1600 a 2000
M6	> 1800

(fonte: Adaptado de NBR 13.281, 2005)

5.2.2 Coeficiente de capilaridade

O método para determinação do coeficiente de capilaridade da argamassa, descrito na NBR 15259 (2005), consiste em posicionar os corpos-de-prova (aos 28 dias de idade) com a face quadrada sobre um suporte com nível de água constante (5 ± 1) mm e determinar a massa, dos mesmos, aos 10 minutos em contato com a água (m_{10}), e aos 90 minutos (m_{90}). Após, o resultado para cada corpo-de-prova é calculado com a fórmula 6, a seguir.

$$C = (m_{90} - m_{10}) \quad (\text{fórmula 6})$$

Sendo:

C é o coeficiente de capilaridade $[\frac{g}{dm^2 \cdot \sqrt{min}}]$.

A classificação dos resultados é descrita na tabela 4 a seguir, conforme NBR 13281 (2005).

Tabela 4 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) para coeficiente de capilaridade

Classe	Coeficiente de capilaridade ($g/dm^2 \cdot \sqrt{min}$)
C1	$\leq 1,5$
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 13.281, 2005)

5.2.3 Resistência à tração na flexão e compressão

O método de execução do ensaio para medir a resistência à compressão da argamassa, descrito na NBR13279 (2005), consiste em moldar três corpos-de-prova prismáticos (com

dimensões de 4 cm x 4 cm x 16 cm) com argamassa recém preparada, e em seguida compactar as amostras na mesa de adensamento. Os corpos-de-prova devem permanecer por 48 ± 24 horas nos moldes, nas condições de temperatura e umidade relativa do ar controladas, definidas pela norma, e após devem ser desmoldados e mantidos também nas mesmas condições até a ruptura.

Devem ser feitos rompimentos de corpos de prova à flexão para a verificação da resistência à tração da argamassa, e ensaios de resistência à compressão nas duas extremidades resultantes do primeiro ensaio. A classificação dos resultados é descrita nas tabelas 5 e 6 a seguir, conforme NBR 13281 (2005).

Tabela 5 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) resistência à tração na flexão

Classe	Resistência à tração na flexão (MPa)
R1	$\leq 1,5$
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 13.281, 2005)

Tabela 6 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) resistência à compressão

Classe	Resistência à compressão (MPa)
P1	$\leq 2,0$
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	$> 8,0$

5.2.4 Resistência potencial de aderência à tração

A aparelhagem e o método para a execução do ensaio de resistência de aderência à tração de argamassas são descritos na NBR 15258 (2005). Além do equipamento de tração, que deve permitir a aplicação contínua de carga e dispositivo para leitura da mesma, são necessárias pastilhas para conectar neste equipamento; cola; gabarito para moldagem; equipamento de corte; paquímetro; régua; colher de pedreiro e o substrato padrão conforme NBR 14081-2 (2015).

O ensaio consiste na imprimação da argamassa no substrato-padrão; execução do corte na argamassa delimitando os corpos-de-prova; colagem das pastilhas nos corpos-de-prova e; aplicação de esforço de tração até a ruptura nos corpos-de-prova na idade de 28 dias. A classificação dos resultados é descrita na tabela 7 a seguir, conforme NBR 13281 (2005).

Tabela 7 – Classificação pela NBR 13.281 (2005) resistência potencial de aderência à tração

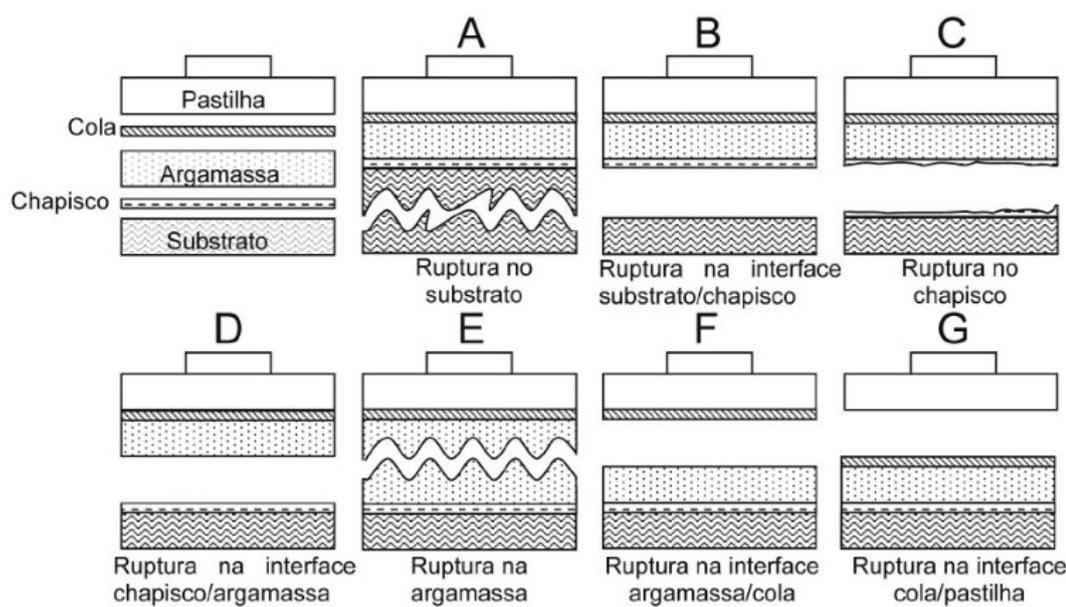
Classe	Resistência potencial de aderência à tração (MPa)
A1	< 0,20
A2	≥ 0,20
A3	≥ 0,30

(fonte: Adaptado de NBR 13.281, 2005)

De acordo com o ensaio descrito, serão analisados 12 corpos de prova para cada tempo de aplicação da argamassa, gerando um total de 48 corpos de prova. Examinando a forma de ruptura e a partir dos resultados aproveitáveis, como mostra a figura 9 a seguir, serão calculados os valores médios de resistência de aderência à tração.

a forma de ruptura dos corpos de prova para um sistema de revestimento com chapisco, como mostra a figura 9, serão determinados os valores médios de resistência de aderência à tração de 12 furos para cada tempo de aplicação da argamassa estabilizada.

Figura 9 – Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento com chapisco



(fonte: Adaptado de NBR 13.528, 2010)

Ao se analisar os resultados obtidos no ensaio, tração por arrancamento, importante considerar as situações que podem ocorrer, sendo que a Figura 9 (acima) mostra as típicas formas de ruptura, que podem se apresentar:

1. No caso de ruptura na interface substrato/chapisco e chapisco/argamassa (exemplos B e D) o valor da resistência de aderência à tração é igual ao valor obtido no ensaio;
2. No caso das demais rupturas mostradas na Figura 9, dizemos que o valor da resistência à tração não foi determinado e que a aderência do revestimento à base é maior do que o valor encontrado, portanto o resultado do ensaio será precedido pelo sinal > (Maior);
3. O resultado deverá ser desprezado quando a ruptura ocorrer na interface cola pastilha (G), pois indicaria imperfeições na colagem das mesmas;
4. Ocorrendo diferentes formas de ruptura no mesmo corpo de prova, deve-se anotar a percentagem aproximada da área de cada uma;
5. Espessura do revestimento admissíveis para ambientes externos deve ter entre 20 e 30 mm e para ambiente interno de 5 a 20 mm.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e analisados os resultados obtidos a partir dos ensaios realizados com a argamassa estabilizada por 72 horas. Foram realizados os ensaios no laboratório do fabricante os ensaios de consistência, densidade de massa no estado fresco e teor de ar incorporado e resistência a tração na flexão e compressão. O ensaio de resistência de aderência à tração foi realizado em uma obra na cidade de Gravataí, RS.

Por sua vez, os ensaios de retenção de água, tempo de início de pega, densidade de massa aparente no estado endurecido, coeficiente de capilaridade e granulometria não foram realizados. A caracterização da argamassa estabilizada foi satisfatória com os resultados dos ensaios descritos a seguir, conforme os objetivos deste trabalho e informações do fabricante.

6.1 ENSAIOS DE PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO

Os ensaios de propriedades no estado fresco foram realizados no laboratório da empresa que forneceu o material para o estudo. São eles: consistência, densidade de massa e teor de ar incorporado.

6.1.1 Consistência

A figura 10 a seguir mostra o ensaio realizado para determinação da consistência da argamassa através da mesa de consistência, onde foram tiradas duas medidas perpendiculares por corpo de prova. A tabela 8 apresenta as três medidas e o índice de consistência (média das medidas) nos quatro tempos (0, 24, 48 e 72 horas) para as amostras analisadas pelo ensaio Flow Table.

Figura 10 - Medição da argamassa após o ensaio de consistência



(fonte: foto do autor)

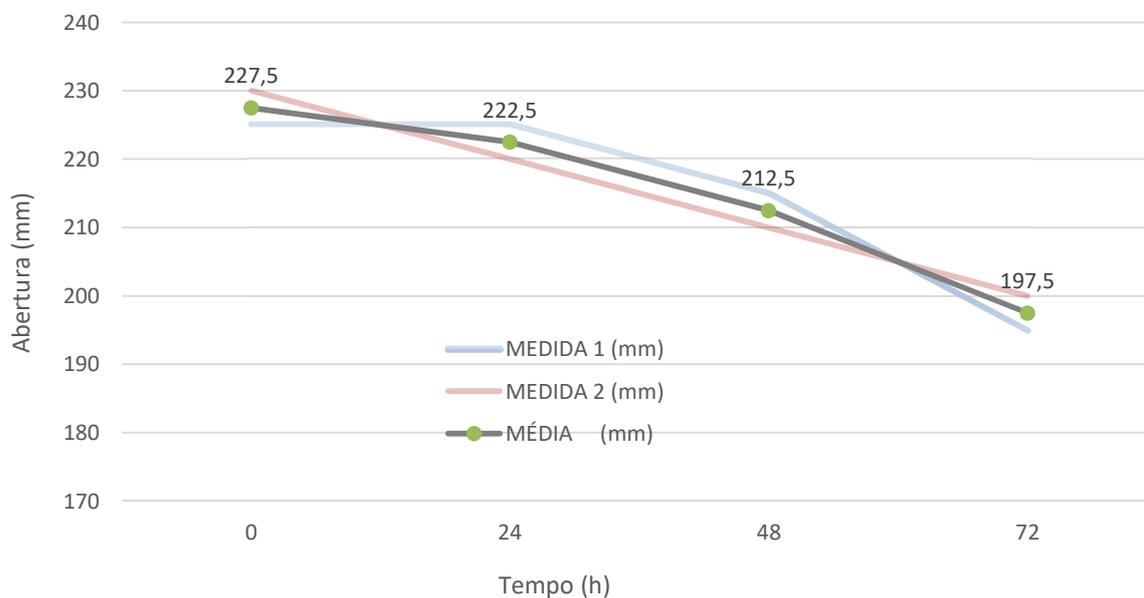
Tabela 8 - Resultados das medidas e índice de consistência da argamassa nos tempos 0, 24, 48 e 72 horas.

TEMPO (horas)	MEDIDA 1 (mm)	MEDIDA 2 (mm)	MÉDIA (mm)
0	225	230	227,5
24	225	220	222,5
48	215	210	212,5
72	195	200	197,5

(fonte: elaborado pelo autor)

A figura 11 a seguir apresenta a variação média das duas medidas do índice de consistência ao longo do tempo para os 3 dias de armazenamento da argamassa. De acordo com o fabricante, os resultados obtidos eram esperados, uma vez que este índice de consistência proporciona uma trabalhabilidade que agrada o cliente. Pode-se observar que houve uma pequena perda de consistência ao longo do tempo de armazenamento, de pouco mais de 13% entre as idades de 0 e 72h. Porém este comportamento não influenciou consideravelmente na trabalhabilidade da argamassa no momento da aplicação, conforme a percepção do operário que aplicou o produto.

Figura 11- Variação do índice de consistência ao longo do tempo de armazenamento da argamassa estabilizada



(fonte: elaborado pelo autor)

6.1.2 Densidade de massa no estado fresco e teor de ar incorporado

A partir do ensaio realizado pelo método gravimétrico, foi possível avaliar a variação da densidade de massa da argamassa ao longo do tempo de utilização. Na tabela 9 e na figura 12, a seguir, pode-se observar os resultados do ensaio no estado fresco.

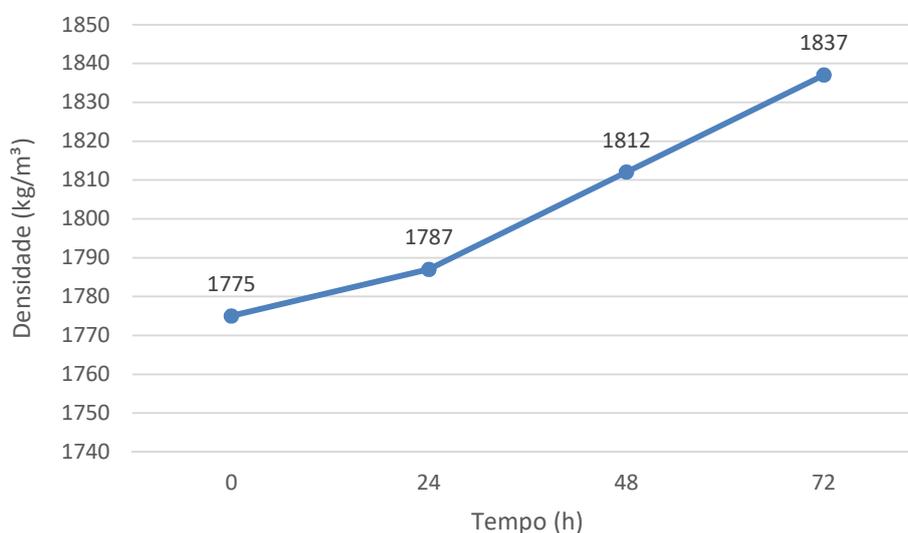
Tabela 9 - Resultados das densidades obtidas nos tempos 0, 24, 48 e 72 horas

TEMPO	DENSIDADE
-------	-----------

(horas)	(kg/m ³)
0	1775
24	1787
48	1812
72	1837

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 12 - Variação da densidade ao longo do tempo de armazenamento da argamassa estabilizada



(fonte: elaborado pelo autor)

A densidade de massa da argamassa estabilizada apresentou baixa variação ao longo do tempo, com uma média de 20,66 kg/m³ por dia, o que representa uma variação total de 3,49% do valor da densidade de massa inicial. Portanto, a argamassa se classificaria, em todos os tempos de análise, como de classe D4, conforme Tabela 1. Da mesma forma, os resultados de teor de ar incorporado obtiveram baixa variação, com uma perda diária de 2,4; 5,5 e 5,8%, resultando em um decréscimo de 13,2% do teor de ar incorporado no tempo zero de aplicação. Os resultados são apresentados na tabela 10 e na figura 13 a seguir.

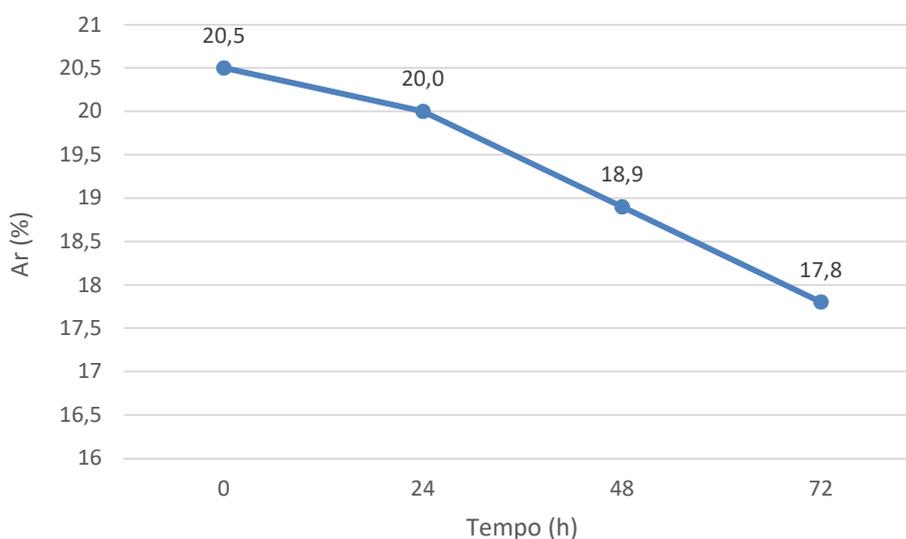
Tabela 10 - Resultados do teor de ar incorporado nos tempos 0, 24, 48 e 72 horas

TEMPO	AR
-------	----

(horas)	(%)
0	20,5
24	20
48	18,9
72	17,8

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 13- Variação do teor de ar incorporado ao longo do tempo de armazenamento da argamassa estabilizada



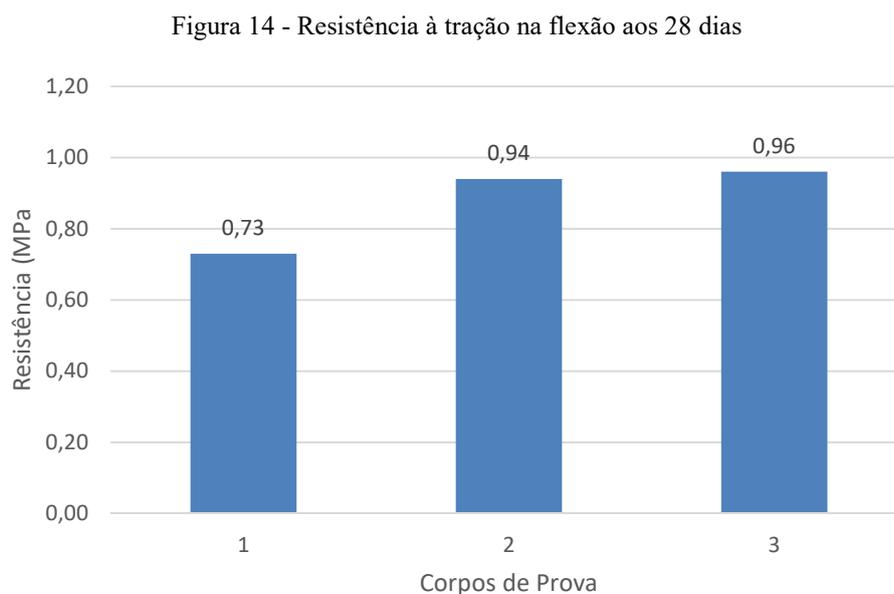
(fonte: elaborado pelo autor)

6.2 ENSAIOS DE PROPRIEDADES NO ESTADO ENDURECIDO

6.2.1 Resistência à tração na flexão e compressão

Os corpos de prova dos ensaios de resistência à tração na flexão e compressão, exclusivamente, foram moldados apenas no momento inicial após a fabricação da argamassa estabilizada, ou seja, no tempo 0 hora. O motivo da moldagem dos corpos de prova apenas no momento inicial, segundo os responsáveis técnicos do produto estudado, é que este seria o crítico, tanto para a tração na flexão como na compressão, devido ao maior teor de ar incorporado da argamassa nos momentos iniciais.

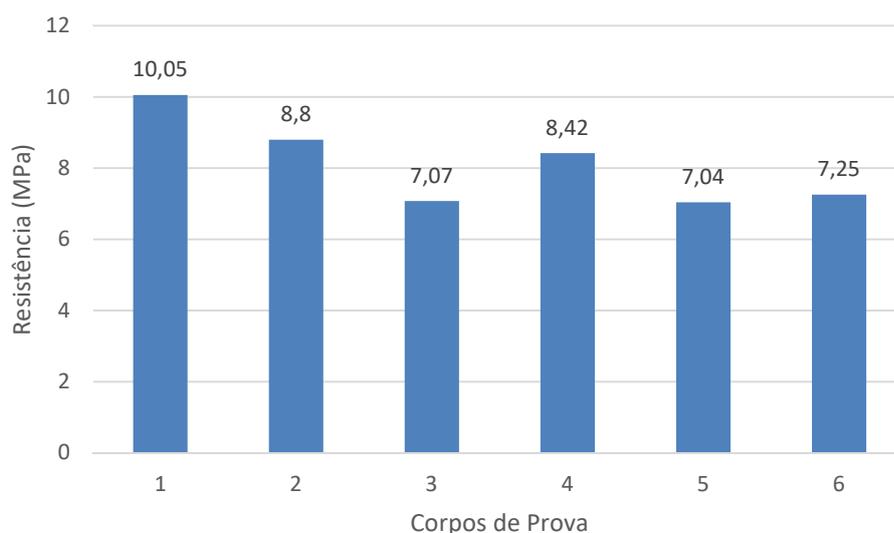
Para o ensaio de resistência à tração da flexão foram moldados 3 corpos de prova cujos valores individuais de resistência constam na figura 14. A resistência média resultante é de 0,88MPa. Tendo em vista que os desvio máximos absolutos (diferença entre a média e os valores individuais) resultam 0,15; 0,06 e 0,08, o ensaio é considerado válido conforme a NBR 13281.



(fonte: elaborado pelo autor)

Para o ensaio de resistência à compressão axial obtêm-se 6 resultados, pois estes são oriundos das metades dos 3 corpos de prova do ensaio de flexão. Os valores individuais constam na figura 15. A resistência média resultante é de 8,10MPa. Calculando-se os desvios máximos absolutos resultam os seguintes valores: 1,90; 0,7; 1,03; 0,32; 1,06 e 0,85. Tendo em vista que cinco dos resultados superam o limite de 0,5MPa indicado pela NBR 13281, este ensaio não pode ser considerado válido para determinação desta propriedade e deveria ser refeito.

Figura 15 - Resistência a compressão axial aos 28 dias.



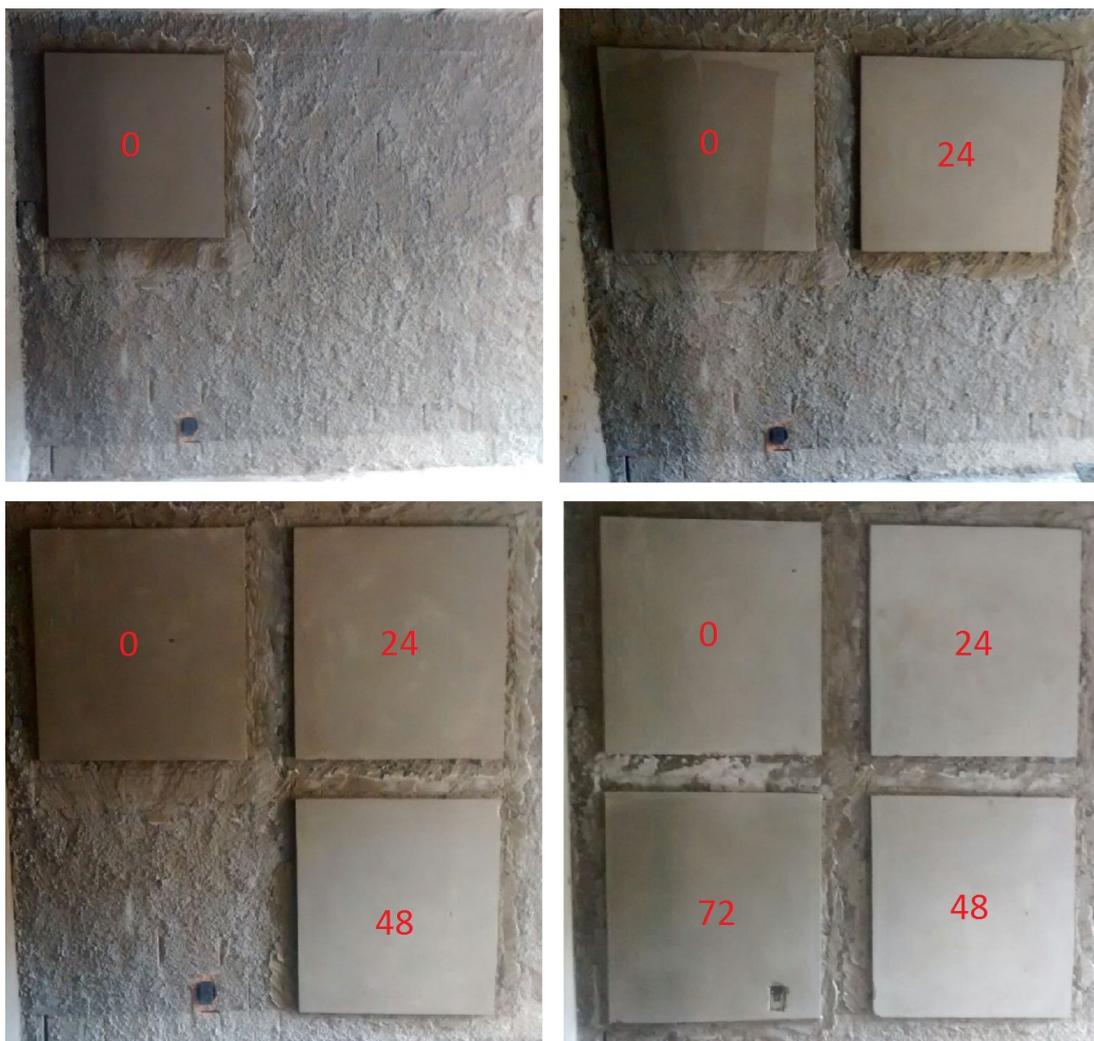
(fonte: elaborado pelo autor)

Quanto a classificação conforme a Tabela 5, de acordo com a resistência média dos resultados de resistência à tração, a argamassa pode ser classificada como a primeira de seis classes, portanto: R1. Já para os resultados da compressão axial, não é possível realizar a classificação, uma vez que o ensaio deveria ser refeito.

6.2.2 Resistência potencial de aderência à tração

A figura 16 a seguir mostra a aplicação da argamassa no substrato, constituído de blocos cerâmicos com chapisco. A argamassa foi aplicada nos tempos 0, 24, 48 e 72 horas configurando quatro painéis de 1x1m.

Figura 16 - Painéis de argamassa estabilizada aplicada no substrato nos tempos 0, 24, 48 e 72 horas.



(fonte: elaborado pelo autor)

Os cortes dos corpos de prova foram realizados a seco com serra-copo diamantada de 50mm de diâmetro nominal, com profundidade além da argamassa (penetração de aproximadamente 2mm do substrato). Os cortes, bem como a colagem das pastilhas dos 12 corpos de prova foram realizados na idade de 28 dias da argamassa aplicada no tempo 72h. A distribuição dos corpos de prova nos painéis revestidos foi feita de forma aleatória, contemplando juntas e blocos, e espaçados entre si, além dos cantos e quinas, em no mínimo 50 mm, como prevê a NBR 13528 (2010). A colagem das pastilhas foi realizada por meio de cola epóxi bi-componente de secagem rápida (POXIPOL), totalmente centrada no corpo de prova delimitado pelo corte, para evitar a aplicação de esforço excêntrico. A figura 17 a seguir mostra os 48 corpos de prova (12 em cada painel) antes do ensaio de arrancamento.

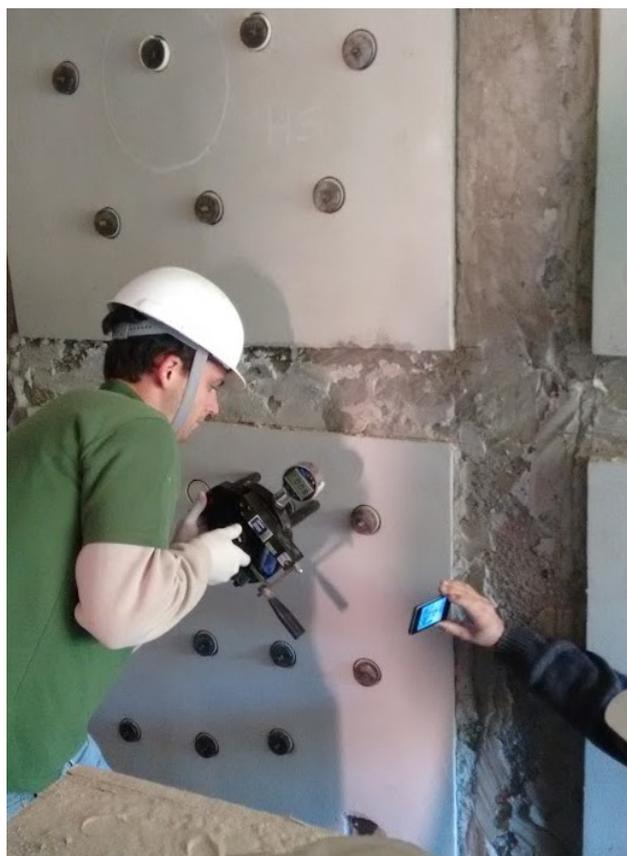
Figura 17 - Corpos de provas aleatoriamente distribuídos nos painéis de argamassa estabilizada



(fonte: elaborado pelo autor)

A ferramenta utilizada para o teste de arrancamento foi o dinamômetro de tração, que permite a aplicação contínua de carga e é dotado de um dispositivo para a leitura da mesma. O posicionamento do equipamento foi mantido com seu eixo de aplicação de carga ortogonal ao plano do revestimento, obedecendo os critérios da NBR 13528. Foi determinado, com auxílio do paquímetro, o diâmetro de cada corpo de prova, para o cálculo da área bem como as formas de ruptura com seus respectivos percentuais, conforme figura 9. Os ensaios de arrancamento foram realizados todos no mesmo dia, na idade de 29 dias da argamassa aplicada no tempo 72h, devido ao tempo de 24 horas necessário para a cura da cola. A figura 18 a seguir mostra o momento de execução do ensaio de arrancamento.

Figura 18 - Execução do teste de arrancamento



(fonte: elaborado pelo autor)

As idades da argamassa no teste de arrancamento são relativas aos momentos de aplicação, uma vez que os ensaios foram realizados todos no mesmo dia. O quadro 5 a seguir apresenta a resistência de aderência à tração e a forma de ruptura dos 12 corpos de prova da argamassa aplicada no tempo 0h. A resistência média obtida nesse ensaio de acordo com a forma predominante de ruptura “E” foi de 0,65 MPa, com desvio padrão de 0,19.

Quadro 5 - Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração e formas de ruptura da argamassa estabilizada aplicada no tempo 0h.

ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO									
	CP	Resistência (MPa)	Formas de Ruptura						
			A	B	C	D	E	F	G
ARGAMASSA OHS Idade: 32 dias	1	>0,34	-	-	-	-	100	-	-
	2	>0,73	-	-	-	-	100	-	-
	3	>0,82	-	-	-	-	100	-	-
	4	>0,83	-	-	-	-	100	-	-
	5	>0,78	-	-	-	-	100	-	-
	6	>0,41	-	-	-	-	100	-	-
	7	>0,85	-	-	-	-	100	-	-
	8	0,38	-	-	-	100	-	-	-
	9	0,6	-	-	-	50	50	-	-
	10	0,59	-	-	-	100	-	-	-
	11	0,55	-	-	-	100	-	-	-
	12	>0,87	-	-	-	-	100	-	-

(fonte: elaborado pelo autor)

O quadro 6 a seguir apresenta a resistência de aderência à tração e a forma de ruptura dos 12 corpos de prova da argamassa aplicada no tempo 24h. A resistência média obtida nesse ensaio de acordo com a forma predominante de ruptura “D” foi de 0,60 MPa, com desvio padrão de 0,18.

Quadro 6 - Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração e formas de ruptura da argamassa estabilizada aplicada no tempo 24h.

ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO									
	Furo	Resistência (MPa)	Formas de Ruptura						
			A	B	C	D	E	F	G
ARGAMASSA 24HS Idade: 31 dias	1	>0,40	-	-	-	-	100	-	-
	2	>0,36	-	-	-	10	90	-	-
	3	0,57	-	-	-	100	-	-	-
	4	0,68	-	-	-	80	20	-	-
	5	0,51	-	-	-	100	-	-	-
	6	1,00	-	-	-	85	15	-	-
	7	0,44	-	-	-	-	-	-	100
	8	0,55	-	-	-	80	20	-	-
	9	0,72	-	-	-	100	-	-	-
	10	0,75	-	-	-	100	-	-	-
	11	0,50	-	-	-	-	-	100	-
	12	>0,49	-	-	-	-	-	-	100

(fonte: elaborado pelo autor)

O quadro 7 a seguir apresenta a resistência de aderência à tração e a forma de ruptura dos 12 corpos de prova da argamassa aplicada no tempo 48h. A resistência média obtida nesse ensaio de acordo com a forma predominante de ruptura “E” foi de 0,64 MPa, com desvio padrão de 0,18.

Quadro 7 - Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração e formas de ruptura da argamassa estabilizada aplicada no tempo 48h.

ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO									
	Furo	Resistência (MPa)	Formas de Ruptura - Figura xx (%)						
			A	B	C	D	E	F	G
ARGAMASSA 48HS Idade: 30 dias	1	>0,65	-	-	-	-	100	-	-
	2	>0,66	-	-	-	-	100	-	-
	3	0,51	-	-	-	100		-	-
	4	>0,75	-	-	-	-	100	-	-
	5	>0,46	-	-	-	15	85	-	-
	6	>0,72	-	-	-	-	100	-	-
	7	>1,04	-	-	-	-	100	-	-
	8	0,67	-	-	-	85	15	-	-
	9	>0,81	-	-	-	-	100	-	-
	10	>0,59	-	-	-	-	100	-	-
	11	>0,44	-	-	-	-	100	-	-
	12	>0,42	-	-	-	100		-	-

(fonte: elaborado pelo autor)

O quadro 8 a seguir apresenta a resistência de aderência à tração e a forma de ruptura dos 12 corpos de prova da argamassa aplicada no tempo 72h. A resistência média obtida nesse ensaio de acordo com a forma predominante de ruptura “E” foi de 0,76 MPa, com desvio padrão de 0,24.

Quadro 8 - Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração e formas de ruptura da argamassa estabilizada aplicada no tempo 72h.

ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO									
	Furo	Resistência (MPa)	Formas de Ruptura - Figura xx (%)						
			A	B	C	D	E	F	G
ARGAMASSA 72HS Idade: 29 dias	1	>1,09	-	-	-		100		
	2	>1,10	-	-	-		100		
	3	>0,58	-	-	-		100		
	4	>0,84	-	-	-		100		
	5	0,46	-	-	-	100			
	6	0,61	-	-	-	100			
	7	>0,57	-	-	-		100		
	8	>0,81	-	-	-		100		
	9	>0,64	-	-	-		100		
	10	0,75	-	-	-	100			
	11	0,53	-	-	-	85	15		
	12	>1,16	-	-	-		100		

(fonte: elaborado pelo autor)

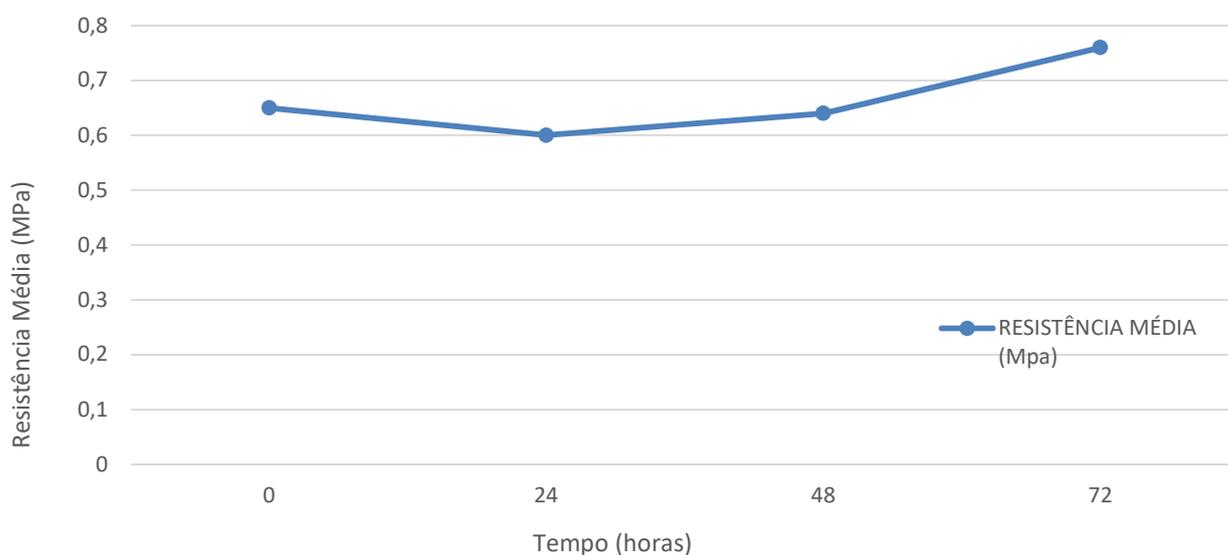
Nota-se que a forma de ruptura que predominou no ensaio de aderência à tração foi a forma “E” (ruptura na argamassa), com exceção do tempo de aplicação de 24 horas, onde a forma predominante foi a “D” (ruptura na interface chapisco/argamassa). Estas diferentes formas predominantes de rupturas podem ter sido geradas por diversos fatores. A variação na força de aplicação do chapisco e da argamassa, por exemplo, configura um desses fatores, mesmo quando a execução dos revestimentos é feita por um mesmo aplicador, como foi o caso. Nota-se também que todos os valores individuais de resistência puderam ser considerados conforme os critérios estabelecidos pela NBR 13528e e as médias dos valores obtidos foram muito superiores ao do limite mínimo exigido pela norma NBR 13749:2013 para paredes externas, que prevê resistência de aderência à tração igual ou superior a 0,30MPa, o que, de acordo com a Tabela 7, classifica a argamassa como A3. Observou-se também que nenhum corpo de prova obteve resistência menor ao valor mínimo previsto pela mesma norma. A tabela 11 a seguir apresenta os resultados das resistências médias obtidas nos testes de arrancamento, e figura 19 mostra a variação das resistências médias ao longo do tempo de aplicação.

Tabela 11 - Resistências médias a partir do teste de arrancamento

TEMPO (h)	RESISTÊNCIA MÉDIA (MPa)
0	0,65
24	0,60
48	0,64
72	0,76

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 19 - Variação das resistências médias ao longo do tempo de aplicação



(fonte: elaborado pelo autor)

Nota-se que no momento inicial de aplicação, o ensaio apresentou uma resistência média mais alta que nos tempos 24 e 48 horas, e após as 48 horas a resistência média sobe gradualmente até atingir seu ápice com 0,76 MPa na aplicação em 72h. Apesar dos valores individuais serem passíveis de adoção, a idade de 24 horas apresentou comportamento diferente das demais em relação à dispersão do modo de ruptura.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal a avaliação da argamassa estabilizada enquanto verificação do atendimento a algumas das propriedades mecânicas e reológicas exigidas pela normatização brasileira. Para os ensaios no estado fresco, o produto estudado obteve um desempenho satisfatório, caracterizado no teste de densidade como D4 para todos os tempos verificados. Os resultados foram de acordo com o esperado pelo fabricante, de modo que a trabalhabilidade obtida satisfizesse o aplicador em todos os tempos de manuseio da argamassa.

Para os ensaios no estado endurecido, a argamassa estabilizada analisada foi classificada como a primeira de 6 classes no ensaio de tração na flexão, caracterizada como R1. Nos ensaios de resistência de aderência à tração, os resultados obtidos foram muito superiores aos exigidos pela NBR 13749, caracterizando a argamassa como apta para a execução de revestimentos externos. Já o ensaio de compressão axial apresentou resultados que superaram o desvio máximo absoluto indicado pela NBR 13281, revelando-se inválido para a determinação da resistência à compressão.

Sobre a resistência de aderência à tração, pode-se observar que o modo de ruptura predominante nos ensaios foi na argamassa (forma E), com exceção do momento de aplicação de 24 horas onde a ruptura predominante foi na interface chapisco/argamassa (forma D). Estes resultados demonstram que a argamassa apresentou uma aderência satisfatória ao chapisco, e que por vezes, este se revelou o elo mais fraco do sistema, comprometendo a real medida de resistência da argamassa.

A queda no teor de ar incorporado bem como da consistência da argamassa mostrados pelos resultados, sugere que este comportamento não influenciou significativamente no desempenho do revestimento, pois a resistência de aderência à tração foi maior no momento final de aplicação (72 horas). Mediante consulta ao operário que aplicou o produto, concluiu-se também que estes índices não interferiram na percepção do mesmo para com a trabalhabilidade da argamassa.

A argamassa – mantendo-se no estado fresco por um longo período de tempo – pode ser classificada como estabilizada, e para esta os resultados apontam ser ela própria para o uso no revestimento externo, uma vez que o material estudado neste trabalho foi capaz de manter as suas características e antedeu de forma parcial os requisitos previstos na normatização brasileira.

REFERÊNCIAS

ALVES, N. J. D. **Avaliação dos Aditivos Incorporadores de Ar em Argamassas de Revestimento**. 2002. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2002.

ANDRADE D. C., ARRIAGADA N. T., CASALI J. M., MANN NETO A. A. Avaliação das propriedades do estado fresco e endurecido da argamassa estabilizada para revestimento. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, 9, Belo Horizonte. **Anais Eletrônicos...** Belo Horizonte: ANTAC, 2011. Não Paginado. Disponível em: <<http://www.gtargamassas.org.br/eventos/file/426>>. Acesso em: 25 mar 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215**: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 10.908**: Aditivos para argamassa e concreto – Ensaio de caracterização. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 11.768**: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland - Requisitos. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 13.276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.

_____. **NBR 13.277**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da Retenção de Água. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13.278**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13.279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13.280**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13.281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13.528**: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 13.529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas Terminologia. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 14.081-2**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 15.258**: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15.259**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15.839**: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Caracterização reológica pelo método squeeze-flow. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 15.900**: Água para amassamento do concreto. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR NM 65**: Cimento Portland – Determinação do tempo de pega. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

BAÍÁ, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e Execução de Revestimento de Argamassa**. 4 ed. São Paulo: Nome da Rosa, 2008.

BANDUK, R. C.; CEOTTO, L. H.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de Argamassas: Boas Práticas em Projeto, Execução e Avaliação**. Porto Alegre: Habitare, 2005. V 1.

BARROS, M. M. S. B.; JOHN, V. M.; PILEGGI, R. G.; SILVA, R. P. Avaliação do Comportamento da Argamassa no Estado Fresco Através dos Métodos de Mesa de Consistência, Dropping Ball e Squeeze Flow. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 6, Florianópolis. **Anais Eletrônicos...** Florianópolis: ANTAC, 2005. Não Paginado. Disponível em: < <http://www.gtargamassas.org.br/eventos/file/240>>. Acesso em: 27 mar 2016.

BARROS, M. M. S. B.; MACIEL, L. L.; SABBATINI, F. H.; **Recomendações para a Execução de Revestimentos de Argamassa para Paredes de Vedação Internas e Exteriores e Tetos**. São Paulo: EPUSP-PCC, 1998.

BAUER, E.; REGUFFE, M.; NASCIMENTO, M.L.M; CALDAS, L.R. Requisitos das argamassas estabilizadas para revestimento. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 11, Porto Alegre. **Anais Eletrônicos...** Porto Alegre: ANTAC, 2015. Disponível em: < <http://www.gtargamassas.org.br/eventos/file/485>> . Acesso em: 04 abr 2016.

BAUER, E.; SOUZA, J.G.G. Materiais Constituintes e suas Funções. In: BAUER, E. (Ed) **Revestimentos de Argamassas: Características e Peculiaridades**. Brasília: LEM-UnB; Sinduscon, 2005.

BEDIN, C.A.; PRUDÊNCIO JR, L. R.; OLIVEIRA, A. L. **Alvenaria Estrutural de Blocos de concreto**. Editora Gráfica Pallotti. Florianópolis, 2003.

BENINI, H. R.; CINCOTTO, M. A. **Reaproveitamento do concreto fresco dosado em central com uso aditivo estabilizador de hidratação**. São Paulo: EPUSP, 2007. Boletim Técnico PCC n. 453.

BIANCHINI, M.; OLIVEIRA, A. L.; PRUDÊNCIO JR. L. R.; SOUZA, J.; WEIDMANN, D. F. Avaliação do desempenho de aditivos redutores de água para uso em centrais de concreto: Estudo de caso. In: Congresso Brasileiro de Concreto, 49, Bento Gonçalves. **Anais eletrônicos...** Não Paginado. Bento Gonçalves: IBRACON, 2007. Disponível em: < <http://www.markengenharia.com.br/artigos/49CBC0497.pdf>>. Acesso em 15 mai 2016.

BOLONHA, R. de O. Chapisco, emboço e reboco. Qual a diferença de cada um deles? **Blog Construir**. 2014. Disponível em: <<http://blog.construir.arq.br/chapisco-emboco-e-reboco/>>. Acesso em 08 mai. 2016.

BRAGANÇA, M. O. G. P; PORTELLA K. F.; TREVISOL JR., L. A. Estudo comparativo entre as argamassas: estabilizada, dosada em central, industrializada e produzida em obra por meio de ensaios físicos nos estados fresco e endurecido. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 11, Porto Alegre. **Anais Eletrônicos...** Porto Alegre: ANTAC, 2015. Disponível em: < <http://www.gtargamassas.org.br/eventos/file/482>> . Acesso em: 04 abr 2016.

CALÇADA, L. M.; CASALI, J. M.; OLIVEIRA, A. L.; PEREIRA, L.; SOUZA, R. A. Influência das características do molde e da superfície de contato nas propriedades da argamassa estabilizada. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 10, Fortaleza. **Anais Eletrônicos...** Não Paginado. Fortaleza: ANTAC, 2013. Disponível em: < <http://www.gtargamassas.org.br/eventos/file/562>>. Acesso em 15 mai 2016.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, G. C. (Org.) **Materiais da Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. v. 2.

CARDOSO, F. A; JOHN, V. M; PILEGGI, R. G. **Squeeze-flow aplicado a argamassas de revestimento**: Manual de Utilização. São Paulo: EPUSP, 2010. Boletim Técnico PCC n. 545.

DARÉ, M. E.; DE SOUZA, V. da S. **Estudo comparativo da produtividade de mão de obra entre os revestimentos internos de paredes com argamassas confeccionadas in loco e com argamassas estabilizadas**. 2014. 18f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil). Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, SC. 2014

EUROPEAN MORTAR INDUSTRY ORGANISATION. **The application of Mortars**. 2013. Disponível em < <http://www.euomortar.com>> Acessado em: 20 abr 2016.

FARIAS, M. M; PALMEIRA, E. M. Agregados para a Construção Civil. In: ISAIA, G. C. (Org.) **Materiais da Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. v. 1.

GUIMARÃES, J. E. P. **A Cal**: Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil. São Paulo: Pini, 1997.

LARA P. L. O.; SOUZA, J. G. G. Reologia e Trabalhabilidade das Argamassas. In: BAUER, E. (Ed) **Revestimentos de Argamassas: Características e Peculiaridades**. Brasília: LEM-UnB; Sinduscon, 2005.

MACIOSKI, G. **Avaliação do Comportamento de Argamassas Estabilizadas para Revestimento**. 2014. 116 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MATOS, P. R. **Estudo da Utilização de Argamassa Estabilizada em Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**. 2013. 73p. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

OLIVEIRA, F. A. L. **Argamassa Industrializada: Vantagens e Desvantagens**. 2006. 42 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

PORTAL ARGAMASSA ESTABILIZADA. **O que é**. 2014. Disponível em <<http://www.argamassaestabilizada.com.br>> Acessado em: 27 mai 2016.

RECENA F. A. P. **Conhecendo Argamassa**. 2. Ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2011.

SABBATINI, F. H. **Argamassas de Assentamento para Paredes de Alvenaria Resistente: Manual de Utilização**. São Paulo: EPUSP, 1986. Boletim Técnico PCC n. 02

SALVADOR, A. J. **Desempenho de Concretos Bombeáveis Fabricados com Aditivo Estabilizador de Hidratação**. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Curso de Pós Graduação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2011.

SURYAKANTA, P. **Workability of Concrete Using Flow Table Test Apparatus**. 2013. Disponível em <<http://civilblog.org/2013/05/10/workability-of-concrete-using-flow-table-test-apparatus-is1199-1959/>> Acessado em: 30 mai 2016.