



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ HENRIQUE MONTEIRO RODRIGUES

ARGAMASSA ESTABILIZADA:
Estudo comparativo de viabilidade com a argamassa convencional

João Pessoa – PB

2022

José Henrique Monteiro Rodrigues

ARGAMASSA ESTABILIZADA:

Estudo comparativo de viabilidade com a argamassa convencional

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Givanildo Alves de Azeredo

João Pessoa – PB

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

R696a Rodrigues, José Henrique Monteiro.

Argamassa estabilizada: estudo comparativo de viabilidade com a argamassa convencional / José Henrique Monteiro Rodrigues. - João Pessoa, 2022. 49 f. : il.

Orientação: GIVANILDO ALVES DE AZEREDO.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. ARGAMASSA ESTABILIZADA. 2. ARGAMASSA CONVENCIONAL PRODUZIDA EM OBRA. I. AZEREDO, GIVANILDO ALVES DE. II. Título.

UFPB/CT

CDU 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

José Henrique Monteiro Rodrigues

ARGAMASSA ESTABILIZADA:

Estudo comparativo e de viabilidade com a argamassa convencional

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 12/12/2022 perante a seguinte Comissão Julgadora:


GIVANILDO ALVES DE AZEREDO

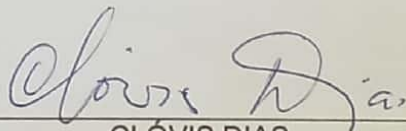
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO


CIBELLE GUIMARAES SILVA SEVERO

UFPB

APROVADO


CLÓVIS DIAS

UFPB

APROVADO



Profª. Andrea Brasiliano Silva

Matrícula Siape: 1549557

Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Dedico esse trabalho à minha família, por confiarem
seus sonhos a mim, acreditarem em meu potencial,
e me apoiarem sempre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Givanildo Alves de Azeredo, pelo suporte e orientação prestado para a realização deste presente.

Agradeço ao graduando em engenharia civil Pedro Formiga, pela ajuda essencial e dedicação no desenvolvimento dos ensaios de laboratório.

Por fim, agradeço aos meus amigos e familiares, que acreditaram em mim e contribuíram, cada um à sua maneira, na concretização deste sonho.

RESUMO

Dentre os processos existentes na construção civil, o assentamento de blocos e o revestimento de alvenarias, fazendo uso da chamada argamassa convencional produzida em obra, é um dos mais difundidos e aplicados no setor. Entretanto, a constante busca por produtividade, a necessidade de construir em menores períodos e a racionalização construtiva fez surgir a argamassa estabilizada, uma tecnologia que vem ganhando espaço no mercado como alternativa à argamassa convencional. A argamassa estabilizada é um material entregue em obra pronto para uso, propondo um aumento relativo na produtividade, pois, dispensa o tempo de produção, ficando disponível para aplicação por até 72 horas. Tal como a argamassa convencional, a estabilizada pode ser usada tanto para o assentamento, quanto para o revestimento de alvenarias, sendo a segunda opção a mais usada. Dessa forma, esse trabalho é um estudo dessas argamassas, de forma individual e comparativa, objetivando uma visualização das características que tornam uma alternativa mais vantajosa que a outra. Para tal, além de análise da bibliografia existente acerca das particularidades e propriedades, foi desenvolvido uma pesquisa de opinião com mão de obra, uma análise de viabilidade econômica e ensaios de resistência à compressão e de consistência dessas argamassas. Através dos resultados das análises foi possível constatar que a argamassa estabilizada apresentou resultados aceitáveis nos limites das normas para os ensaios realizados, além de ser economicamente mais vantajosa que a argamassa convencional e ter uma aceitação crescente por parte da mão de obra. Assim, a argamassa estabilizada apresentou grandes vantagens competitivas sobre a convencional, se apresentando como uma alternativa viável e até superior sob alguns aspectos.

Palavras-chaves: Argamassa Estabilizada; Argamassa convencional produzida em obra; Viabilidade técnica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Execução de chapisco em alvenaria	17
Figura 02 - Execução de emboço em alvenaria	18
Figura 03 - Execução de emboço em alvenaria	19
Figura 04 - Descarga de argamassa estabilizada em obra	21
Figura 05 - Estocagem de argamassa estabilizada em recipiente plástico	22
Figura 06 - Ensaio de Índice de Consistência	34
Figura 07 - Gráfico Carga X Deslocamento	35
Figura 08 - Ensaio Squeeze-flow	35
Figura 09 - Ensaio de Resistência à Compressão	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Classificação das argamassas quanto ao uso	15
Tabela 02 - Componentes argamassa convencional produzida em obra	31
Tabela 03 - Composição de custo de argamassa convencional	37
Tabela 04 - Pesquisa de preços de argamassa estabilizada	38
Tabela 05 - Índice de Consistência.....	41
Tabela 06 – Resistência à Compressão	43
Tabela 07 – Vantagens e Desvantagens Argamassa estabilizada	45
Tabela 08 – Vantagens e Desvantagens Argamassa Convencional	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Percepções	39
Gráfico 02 – Preferências	40
Gráfico 03 – Ensaios Squeeze Flow com velocidade de compressão de 0,1mm/s	41
Gráfico 04 – Ensaios Squeeze Flow com velocidade de compressão de 0,3mm/s	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo primário.....	14
2.2 Objetivos secundários	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Argamassa	15
3.2 Classificação das argamassas quanto ao uso	15
3.2.1 Argamassa de assentamento	16
3.2.2 Argamassa de revestimento	16
3.2.2.1. Chapisco	17
3.2.2.2. Emboço	18
3.2.2.3. Reboco	18
3.2.2.4. Camada única	19
3.3 Classificação das argamassas quanto à forma de produção	19
3.3.1 Argamassa preparada em obra	20
3.3.2 Argamassa Estabilizada	20
3.3.2.1 Aditivo Incorporador de ar	22
3.3.2.2 Aditivo estabilizador de hidratação	23
3.4 Propriedades das argamassas.....	24
3.4.1 Trabalhabilidade	24
3.4.2 Retenção de água	25
3.4.3 Aderência	26
3.4.4 Durabilidade	27
3.4.5 Capacidade de Absorver Deformações	28
3.4.6 Resistência Mecânica.....	28
3.4.7 Retração	30

4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
4.1. Análise orçamentária	31
4.2. Análise de opinião com mão de obra	32
4.2.1. Questionário	32
4.3. Análise de propriedades.....	33
4.3.1. Índice de Consistência	33
4.3.2. Squeeze-Flow	34
4.3.3. Resistência à tração e compressão	36
4.3.4. Quadro comparativo	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1. Análise Orçamentária.....	37
5.2. Análise de opinião de mão de obra	38
5.3. Análise de propriedades.....	40
5.3.1. Índice de Consistência	41
5.3.2. Squeeze-Flow	41
5.3.3. Resistência à compressão	43
5.4. Vantagens e Desvantagens	44
5.4.1. Argamassa estabilizada	44
5.4.2. Argamassa convencional	46
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS.....	48

1. INTRODUÇÃO

Devido ao aspecto competitivo do mercado, cria-se a necessidade de que hajam constantes melhorias nos diversos ofícios das empresas, para possibilitar que as mesmas se adequem às expectativas do público. Assim, as organizações que visam seu crescimento e relevância em seu setor de atuação, devem acompanhar e experimentar, as novas técnicas, visões e ferramentas que chegarem ao mercado.

O mesmo ocorre no setor da construção civil, no qual frequentemente surgem novas tecnologias, materiais e métodos construtivos objetivando melhorias nos processos, aumentos de eficiência e ganhos em produtividade. Nesse sentido, surge na década de 70, segundo Macioski *et al.* (2013), a argamassa estabilizada, um material produzido em usina, pronto para o uso e com validade de 72 horas, que confronta a já estabelecida argamassa comum produzida em obra.

A argamassa é um dos produtos mais utilizados em obras, aplicada tanto para assentamento de blocos, quanto para o revestimento. Sua preparação in loco, faz uso normalmente de betoneiras, operadas por profissionais betoneiros, que a preenchem com determinadas quantias de areia, cimento, água e aditivos. Tal preparação, está sujeita a perdas em tempo de produção, geração de ruídos, erros na proporção dos componentes e desperdícios de materiais.

Assim, a argamassa estabilizada pode contornar algumas dessas questões da argamassa feita em obra. Por ser entregue pronta para uso, dispensa a operação de betoneiras, evitando os problemas consequentes destas. Contudo, suas características e particularidades também geram adversidades se não forem bem gerenciadas. Sua validade de aplicação de 72 horas exige que a quantia solicitada esteja de acordo com o consumo da obra, ou pode ser que o tempo de uso desta se exceda e gere desperdícios, ou ainda, que a mesma seja consumida anteriormente ao período estimado e a construção fique sem argamassa estabilizada até a próxima entrega agendada.

Portanto, tendo ciência da importância da argamassa, da necessidade de eficiência produtiva e qualidade nos canteiros de obra, o presente trabalho tem por objetivo estudar a argamassa produzida in loco, e a argamassa usinada estabilizada, sob diferentes óticas, verificando quesitos técnicos, práticos, de custo e aceitação da

mão de obra, de forma individual e de forma comparativa, a fim de verificar quais particularidades as tornam vantajosas e também se um tipo pode substituir plenamente o outro.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo primário

Determinar, através de análises comparativas, a viabilidade de substituição da argamassa convencional produzida em obra pela argamassa estabilizada, para aplicação em assentamento de blocos e revestimento de alvenarias.

2.2 Objetivos secundários

- Analisar propriedades de ambas argamassas
- Avaliar Vantagens e Desvantagens
- Comparar quesitos técnicos, econômicos e de aceitação de mão de obra

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Argamassa

Conforme definido na NBR 13281 (ABNT, 2005), a argamassa é um material com propriedades de aderência e endurecimento, constituída por uma mistura homogênea de aglomerantes, agregados e água, contendo ou não aditivos e que pode ser produzida em obra ou em instalação própria.

Recena (2012), admite como funções de uma argamassa, a impermeabilização do substrato de aplicação; a garantia de um bom acabamento; absorção das deformações naturais que atuam na estrutura e regularizar os substratos e protegê-los mecanicamente. Acrescentando ainda, no caso de argamassa para assentamento, que estas devem ser capazes de unir os elementos da alvenaria, distribuindo uniformemente os esforços atuantes.

Esse material pode ser classificado de acordo com diferentes critérios, como: o tipo de aglomerante, a consistência da argamassa, grau de plasticidade, natureza do aglomerante, tipo de aplicação, forma de produção ou fornecimento.

3.2 Classificação das argamassas quanto ao uso

De acordo com Carasek (2007), podemos determinar diferentes tipos de argamassa ao relacioná-las com suas funções de aplicação, que são: construção de edifícios; revestimento de paredes e tetos; revestimento de pisos; revestimentos cerâmicos e para recuperação de estruturas. Essa classificação pode ser observada na Tabela 01.

Tabela 01 – Classificação das argamassas quanto ao uso

Função	Tipos
Para construção de alvenarias	Argamassa de assentamento
	Argamassa de fixação (encunhamento)
	Argamassa de chapisco
	Argamassa de emboço
	Argamassa de reboco
	Argamassa de camada única

Para revestimento de paredes e tetos	Argamassa para revestimento decorativo monocamada
	Argamassa de contrapiso
Para revestimento de pisos	Argamassa de alta resistência para piso
Para revestimento cerâmicos (paredes/pisos)	Argamassa para assentamento de peças cerâmicas - colante
	Argamassa de rejuntamento
Para recuperação de estruturas	Argamassa de reparo

Fonte: adaptador de Carasek, 2007

No entanto, a argamassa estabilizada tem seu uso limitado ao emprego no assentamento dos elementos de vedação e nas camadas de revestimento de emboço e reboco das alvenarias. Portanto, no presente trabalho nos limitaremos à discussão apenas destes tipos.

3.2.1 Argamassa de assentamento

Segundo a NBR 13281 (ABNT, 2005), a argamassa de assentamento é aquela usada na elevação das alvenarias, com o objetivo de unir o componentes de vedação, como blocos e tijolos, para fins de vedação e/ou estrutural.

Carasek (2007), aponta como principais funções dessas juntas de argamassa na alvenaria: a união da alvenaria de forma a construir um elemento monolítico; distribuir as solicitações atuantes na parede por toda a área resistente; selar as juntas para que não haja penetração de água de chuvas; e absorver deformações naturais a que a alvenaria esteja sujeita, como deformações térmicas ou de retração.

3.2.2 Argamassa de revestimento

É aquela empregada no revestimento de paredes, muros e tetos. Segundo Bauer *et al.* (2005), podemos entender o revestimento de alvenarias como um conjunto de subsistemas, cujas funções vão desde a proteção da alvenaria, regularização da superfície, promoção de estanqueidade, até funções de natureza estética, tendo em vista que o revestimento é a camada final no acabamento das vedações.

O revestimento de argamassa se constitui de várias camadas de características e funções próprias, como aponta Carasek (2007), tais como: chapisco, emboço, reboco, camada única e revestimento decorativo monocamada.

3.2.2.1. Chapisco

É uma etapa de preparo da base, com função de melhorar a aderência da primeira camada do revestimento de argamassa com o substrato, também possui função de uniformizar a absorção de diferentes bases sobrepostas (LEMOS, 2010). Ou seja, esse procedimento tem por objetivo melhorar a rugosidade e porosidade do substrato para um desenvolvimento adequado da aderência, e também regularizar a intensidade de sucção da água das argamassas pela base.

De acordo com Bauer *et al.* (2005), o chapisco é uma argamassa fluida, composta por cimento e areia média-grossa, com traço em volume na ordem de 1:3 (cimento:areia), cuja espessura média no substrato é de aproximadamente 5mm e cujo processo de aplicação consiste do lançamento sobre a base da alvenaria.

Figura 01 - Execução de chapisco em alvenaria



Fonte: autor, 2022

3.2.2.2. Emboço

A NBR 13529 (ABNT, 2013), define o emboço como sendo a camada de revestimento executada a fim de fazer o cobrimento e regularização da superfície da alvenaria chapiscada, resultando em uma superfície que possibilite o recebimento da camada de acabamento final, seja essa o reboco ou o revestimento decorativo. É a etapa posterior ao chapisco, que deve ser aplicado após a sua adesão, tem espessura entre 1,5 e 2,5cm.

Figura 02 - Execução de emboço em alvenaria



Fonte: autor, 2022

3.2.2.3. Reboco

É a etapa seguinte ao emboço, aplicada para o seu cobrimento, possui menor espessura e visa a obtenção de uma superfície que propicie a aplicação do revestimento decorativo ou que se constitua como o acabamento final.

Figura 03 - Execução de emboço em alvenaria



Fonte: autor, 2022

3.2.2.4. Camada única

Tipo de revestimento cuja argamassa cumpre função dupla, devendo cumprir às especificações do emboço e da camada final de acabamento (reboco) simultaneamente (BAUER *ET AL.*, 2005). Assim, revestimentos monocamada devem ser capazes de atender todas os requisitos de um sistema comum de chapisco, emboço e reboco, ou seja, devem regularizar o substrato e resultar em uma superfície acabada.

3.3 Classificação das argamassas quanto à forma de produção

Por muitas gerações existe a necessidade de fazer a união de elementos construtivos de forma segura com a finalidade de construir edificações. Dessa demanda surgiu a argamassa, em seu princípio diferente da forma a que estamos habituados, mas que permanece disponível no mercado sendo produzida de diversas formas e se adaptando às novas tecnologias e materiais (CARASEK, 2007).

Dentre as diversas maneiras de produção e fornecimento de argamassas disponíveis no mercado, podemos citar: argamassas industrializadas, semi-industrializadas, produzidas em obra e as argamassas alternativas (RECENA, 2012)

3.3.1 Argamassa preparada em obra

Conforme a NBR 13529 (ABNT, 2013), a argamassa preparada em obra é aquela à qual seus componentes constituintes são medidos e misturados na própria obra. São produzidas pela junção de aglomerante(s), agregados e água, podendo receber ou não aditivos.

A argamassa é produzida seguindo proporções pré-estabelecidas (traços) dos componentes, que são misturados de forma homogênea na betoneira ou argamassadeira, e transportados até o local de uso com o auxílio de pás e carrinhos de mão.

Exige-se para a preparação desta argamassa, que haja uma organização do canteiro de obra, determinando um espaço específico e adequado para o armazenamento de cada um de seus componentes. É necessário que seja reservado na obra um local protegido das intempéries para o posicionamento e operação da betoneira/argamassadeira e também para o armazenamento do cimento. Além disso, é preciso manter seguro e sem obstáculos a rota de transporte do local de armazenagem dos insumos, ao local de produção da argamassa e ao ponto de sua utilização.

Muito comumente em obras, grande parte das argamassas é dosada de maneira inadequada e sem os cuidados necessários, tendo os traços medidos por meio de baldes, pás, ou até capacetes, o que pode prejudicar ou comprometer as propriedades necessárias da argamassa (RECENA, 2012).

3.3.2 Argamassa Estabilizada

Segundo o Instituto Brasileiro de Concreto (2011), a argamassa estabilizada é uma argamassa industrial úmida, cuja dosagem dos componentes constituintes é feita em peso e misturada com água em uma central dosadora até a homogeneização. Essa argamassa possui aditivos em sua composição, que fazem a manutenção de suas características e propriedades durante um maior período de tempo, sem que haja segregação ou perda de trabalhabilidade.

Assim, a argamassa estabilizada é produzida em usinas seguindo um padrão de controle de qualidade, o que evita que hajam erros na dosagem dos componentes,

contornando possíveis patologias. Após a pesagem da argamassa, essa é transportada até a obra em caminhões betoneira, tal como o concreto usinado, e lá é descarregada em recipientes plásticos (Figura 04), cedidos pela empresa, que devem estar protegidos das ações climáticas.

Figura 04 - Descarga de argamassa estabilizada em obra



Fonte: autor, 2022

Em obra, essas argamassas ficam disponíveis para aplicação por até 72 horas corridas, estocadas nos recipientes plásticos (Figura 05), o que se caracteriza como uma de suas principais vantagens sobre a argamassa feita *in loco*, pois essa tem tempo de uso limitado em 3 ou 4 horas, sendo necessário sempre estar produzindo mais. Assim, há um ganho de produtividade relativo, na ordem de 35% maior que a argamassa convencional (IBRACON, 2011), pois, são contornados os tempos “mortos” de produção de argamassa no início e no final do expediente e os trabalhadores podem realizar suas funções sem interrupções.

Figura 05 - Estocagem de argamassa estabilizada em recipiente plástico



Fonte: autor, 2022

Essas características da argamassa estabilizada são consequência dos aditivos presentes em sua composição: o aditivo incorporador de ar e o aditivo estabilizador de hidratação. Os aditivos incorporadores de ar agem na plasticidade da argamassa, incrementando sua trabalhabilidade, enquanto os aditivos estabilizadores de hidratação inibem a reação do cimento, prolongando o estado de fluidez da massa, e a mantendo trabalhável à temperaturas elevadas, ampliando seu tempo de aplicação (SALVADOR, 2011).

Para que se mantenha trabalhável durante o tempo proposto é necessário cobrir a argamassa estabilizada com uma lâmina de água entre 15 e 20mm ao final do período de expediente, para evitar a perda de água para o ambiente. Pois, para que o aditivo estabilizador continue atuante é necessário deixar a argamassa saturada.

3.3.2.1 Aditivo Incorporador de ar

Bauer *et al.* (2005), definem os aditivos incorporadores de ar como componentes orgânicos, na forma de solução ou pó, que produzem uma quantidade controlada de bolhas microscópicas de ar ao serem adicionados nas argamassas ou concretos.

Seu principal efeito nas argamassas é a melhoria da trabalhabilidade, que é gerada por um efeito de rolamento de esferas. Essas bolhas microscópicas funcionam nas argamassas como um agregado fino, aparentando como se houvesse excesso de agregado miúdo na mistura, e com isso, há um incremento na coesão devido a nova tensão superficial das bolhas, que se interligam com as partículas de cimento (ANTONIAZZI, 2019). Além disso, segundo Bauer *et al.* (2005), também há um aumento no rendimento das argamassas com a adição desse aditivo, pois, é gerada uma redução na massa específica pela presença de microbolhas, resultando em um maior volume de argamassa para a mesma quantidade de material empregado.

Entretanto, segundo Romano (2013), apesar das melhorias propostas pela adição desse componente, a incorporação de ar gera uma redução no valores de resistência mecânica e também incrementa a permeabilidade das argamassas. Junto a isso, a diminuição da superfície de contato entre a argamassa e o substrato gerado pelo incremento da porosidade após a incorporação de ar reflete-se em uma diminuição da resistência de aderência (BAUER *et al.*, 2005)

3.3.2.2 Aditivo estabilizador de hidratação

Os aditivos estabilizadores de hidratação quando adicionados nas argamassas atuam na prolongação do início da hidratação do cimento, ou seja, atrasam o endurecimento da massa. Seu uso é essencial para que, nas argamassas estabilizadas, essas possam ser armazenadas nos recipientes em obra e permanecerem estocadas até o período de estabilização máximo sem perder sua trabalhabilidade (ARNEZ; GINARDI; HASTENPFLUG, 2017).

Esses aditivos são retardadores de pega que atuam sobre os elementos que desenvolvem a solidificação da massa, a resistência inicial e o desenvolvimento do calor de hidratação. Assim, ao ser retardado o tempo de pega, o calor liberado pela hidratação do cimento irá se distribuir, devido ao maior tempo de endurecimento, evitando a geração de picos de altas temperaturas, que são uma das principais causas de fissuração e danos à resistência, permeabilidade e durabilidade das argamassas (DIPROTEC, 2010).

3.4 Propriedades das argamassas

3.4.1 Trabalhabilidade

Trata-se de um conceito subjetivo, mas, segundo Carasek (2007) é a propriedade das argamassas que se traduz como a facilidade de mistura, transporte, aplicação, consolidação e execução de acabamento, de forma homogênea. Ou seja, é a propriedade que possibilita o êxito da aplicação.

Assim, uma argamassa é dita trabalhável quando permite que o profissional aplicador realize com qualidade e sem dificuldades o seu ofício. No entanto, a trabalhabilidade varia conforme o serviço exigido, uma argamassa produzida para o assentamento de blocos deve diferir de uma destinada para o revestimento. (RECENA, 2012)

Já segundo Recena (2012), a trabalhabilidade pode ser entendida como o equilíbrio da interação entre duas propriedades: a consistência e a coesão. Uma argamassa que é pouco consistente, ou seja, muito fluida, não apresenta coesão e, portanto, a determinados fins não será trabalhável. Da mesma forma, uma argamassa muito coesa, mas com baixa fluidez, também pode ser pouco trabalhável. (RECENA, 2012)

A trabalhabilidade, para uma mesma proporção de componentes, pode ser alterada variando a quantidade de água de amassamento, alterando assim, seu estado de fluidez. Em contrapartida, essa variação na composição pode influenciar as propriedades da argamassa endurecida, tais como: aderência, resistência mecânica e durabilidade (RECENA, 2012). Portanto, deve ser feita uma correta proporção dos elementos da argamassa, para que seja possível adquirir uma boa coesão e consistência, resultando em uma boa trabalhabilidade, sem comprometer as características desejadas do produto.

Em argamassas produzidas em obra, a trabalhabilidade se mantém apenas por tempo limitado, que varia entre duas a quatro horas, em função da temperatura, tipo de cimento empregado, presença de aditivos e composição final. Já a argamassa estabilizada, devido aos aditivos presentes em sua composição, se mantém trabalhável até o prazo de 72 horas, desde que seja mantida saturada por uma lâmina de água quando armazenada, conforme orientação dos fornecedores. Dessa forma,

quando for novamente usada deve-se retirar a lâmina de água e homogeneizar a argamassa.

Casali *et al.* (2011), analisaram o desempenho das propriedades de cinco lotes de argamassa estabilizada de 36 e 72 horas quando armazenadas com a lâmina de água sobre a argamassa e sem a lâmina de água. Com isso, foi observado que há uma perda no índice de consistência maior ao longo do tempo de uso para as argamassas armazenadas sem a película de água, ou seja, há um prejuízo à plasticidade da argamassa. A partir disso, é possível confirmar a importância da correta armazenagem dessa argamassa para manutenção da trabalhabilidade.

3.4.2 Retenção de água

Para Recena (2012) a retenção de água trata da capacidade de uma argamassa em liberar de forma gradual a sua água de amassamento para o meio ambiente ou para a base de aplicação. Essa retenção é importante para que seja feita a reação de hidratação do cimento de forma gradual, endurecendo e garantindo a resistência da argamassa.

Essa propriedade tem fundamental influência na geração de fissuras, pois, uma rápida evaporação da água de amassamento gera uma redução de volume em um momento onde ainda não há resistência mecânica expressiva, e assim, os esforços são dissipados por ruptura, gerando fissuras. Em contrapartida, se a argamassa tem uma boa capacidade de retenção de água, a perda de sua água ocorre lentamente, ao mesmo tempo em que há o ganho de resistência pela hidratação do cimento, evitando a probabilidade de fissuração (RECENA, 2012).

De acordo com Bauer *et al.* (2005), a retenção de água pode ser melhorada através da adição de materiais constituintes mais finos, como cal e saibro na argamassa, pois, o uso dessas partículas proporcionam uma elevada área específica, através do preenchimento dos poros, o que se reflete como uma maior área para manter água absorvida.

Outra forma de incrementar a retenção de água de uma argamassa é fazer uso de aditivos retentores de água, que são polímeros, que ao serem umidificados, geram um aumento considerável de viscosidade e retenção de água dos sistemas em que são adicionados. (BAUER *ET AL.*, 2005)

Quanto às argamassas estabilizadas, no experimento de Casali *et al.* (2011), onde foi analisado o desempenho de diferentes lotes desse material, com e sem película de água no processo de armazenagem, foi possível verificar que há uma melhor retenção de água nas argamassas armazenadas sem a película de água. Uma das possíveis causas desse comportamento se deve ao fato de que essas argamassas apresentam menor quantidade de água presente na mistura e uma maior retenção de aglomerantes e aditivos, pois, como observa Recena (2012), quanto maior a quantidade de água presente na argamassa, maior igualmente será o volume de água evaporada.

3.4.3 Aderência

A aderência é uma propriedade presente nas argamassas tanto no seu estado fresco quanto no estado endurecido. No estado fresco é importante para unir a argamassa ao substrato, permitindo sua ancoragem através da entrada nos poros para posterior endurecimento da pasta. No estado endurecido a aderência é a propriedade fundamental da argamassa, sem a qual, ela não será capaz de cumprir com nenhuma de suas funções.

Para Maciel, Barros e Sabbatini (1998), a aderência pode ser definida como a propriedade que a ligação componente-argamassa possui de absorver tensões tangenciais (cisalhamento) e normais (tração), sem romper-se. Ou seja, a aderência é uma propriedade relacionada a capacidade de fixação entre dois materiais, argamassa e substrato. Bauer *et al.* (2005) afirmam que a aderência de sistemas de revestimento em argamassa é um processo de três fases: adesão inicial, adesão e aderência.

A adesão inicial decorre do vácuo gerado pelo impacto de lançamento da argamassa no substrato, essa adesão momentânea permite que haja a fixação da argamassa por tempo suficiente para que haja a absorção das moléculas da argamassa nos poros do substrato. A etapa seguinte, adesão, se caracteriza pelo enrijecimento da argamassa, onde a argamassa perde plasticidade e ganha consistência, consequente da perda de umidade para o substrato e para o meio ambiente. Por fim, a aderência ocorre quando as partículas de argamassa que foram

absorvidas pelo substrato endurecem completamente gerando uma ponte de fixação entre os dois elementos. (BAUER *ET AL.*, 2005)

Assim, uma boa aderência provém de uma boa interação entre substrato e argamassa, relacionada a diversos fatores, como trabalhabilidade, porosidade do substrato, condições climáticas e execução (CARASEK, 2007). A trabalhabilidade é importante para a aderência para que haja uma adesão inicial sem o desprendimento ou escorrimento da argamassa; o substrato influencia a aderência através da sua porosidade e capacidade de sucção da água da argamassa. Já o clima tem sua influência através da evaporação de água da argamassa para o meio ambiente, propiciando sua secagem e endurecimento nos poros do substrato; da execução dependem a eficiência de aplicação e a energia do impacto, que irão gerar o vácuo necessário à adesão inicial.

Quanto ao comparativo das argamassas, Melo e Neto (2019) coletaram amostras dos dois tipos de argamassa, a comum produzida em obra e a argamassa estabilizada, e as submeteram a diferentes ensaios a fim de verificar suas propriedades. Ao executar o ensaio de resistência de aderência de tração da NBR 13528 (ABNT, 2010), foi observado que a argamassa convencional apresenta maior resistência em relação à aderência do que a argamassa estabilizada. Além disso, foi notada uma menor eficiência na aderência argamassa/substrato no revestimento de argamassa estabilizada, pois, todas as rupturas ocorreram no chapisco, enquanto na argamassa convencional 67% das rupturas foram no emboço, enquanto 26,4% romperam no chapisco e 6,6% na alvenaria.

3.4.4 Durabilidade

A durabilidade, pode ser compreendida como a capacidade de uma argamassa de manter, em condições normais de exposição do ambiente e submetida aos esforços considerados no projeto, a sua estabilidade química e física ao longo do tempo, sem deixar de cumprir as funções para as quais foi projetada. (RECENA, 2012)

Assim, a durabilidade de uma argamassa está sob influência direta das condições de agressividade de seu ambiente de exposição, das solicitações físicas e químicas a que se submete e também as características próprias da argamassa. Carasek (2007) elenca como fatores que interferem na durabilidade de uma

argamassa: a qualidade dos materiais empregados na produção da argamassa, o traço adotado na produção, o processo de execução, e fatores externos, como intempéries, umidade, infiltração, etc.

3.4.5 Capacidade de Absorver Deformações

A capacidade de absorção de pequenas deformações é necessária aos revestimentos de argamassas, para que possibilite a deformação sem que haja rupturas ou microfissuras, de forma a não prejudicar a aderência, estanqueidade e durabilidade (CARASEK, 2007). Ou seja, a capacidade de absorver deformações refere-se a propriedade da argamassa de suportar tensões sem prejuízos à sua funcionalidade.

Em revestimentos, de acordo com Recena (2012), a argamassa recobre materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, tal como o concreto armado e a alvenaria de tijolos. Assim, a argamassa deve absorver de forma eficiente as diferentes deformações provindas da resposta dada pelos diferentes materiais às solicitações originadas de variações térmicas ou de umidade.

No entanto, como ressalta Maciel, Barros e Sabbatini (1998), as deformações que o revestimento de argamassa deve absorver são apenas as de pequena amplitude, resultantes de ações climáticas, e não as de grande amplitude, como as advindas de recalques de estrutura.

Influem na capacidade de absorver deformações, segundo Maciel, Barros e Sabbatini (1998): a espessura das camadas de revestimento, pois, quanto maior forem maior a contribuição para melhorar essa propriedade, desde que não comprometam a aderência; do módulo de deformação da argamassa, quanto menor, melhor a capacidade de absorção; e da técnica executiva, pois se executado a compressão da forma e no tempo correto, irá evitar a fissuração.

3.4.6 Resistência Mecânica

Conforme Carasek (2007), a resistência mecânica é a capacidade dos revestimentos de argamassa de suportarem, devido ao seu estado de consolidação

interna, esforços mecânicos de origens variadas, que se traduzem, geralmente, por meio de tensões simultâneas de tração, cisalhamento e compressão.

Bauer *et al.* (2005) aponta o cimento como principal responsável pelo desenvolvimento das propriedades mecânicas das argamassas, havendo uma proporção direta entre o aumento do teor de cimento e o aumento de resistência mecânica. Em contrapartida, um aumento demasiado no teor desse aglomerante pode tornar a argamassa pouco deformável, o que contribui para o aumento de risco de fissuração ou deslocamento do revestimento. Enquanto uma elevação no teor de água na composição resulta em uma redução na resistência mecânica.

Durante a elevação de alvenarias podemos visualizar a importância dessa propriedade, pois, para o assentamento de várias fiadas no mesmo dia, deve haver um rápido desenvolvimento da resistência mecânica de compressão na argamassa, embora essa resistência não deva superar a dos blocos, que são os essenciais contribuintes ao desempenho da alvenaria (CARASEK, 2007)

Em relação a essa propriedade nas argamassas estabilizadas, Casali *et al.* (2011) avaliaram a resistência à compressão de diferentes lotes desse material, com argamassas de tempo de uso limitadas a 36 horas e a 72 horas, armazenados com e sem a película de água. Os resultados apontaram que há uma menor resistência à compressão nas argamassas de 72 horas em relação as de 36 horas, tal observação pode ser consequência do menor percentual de aditivos presentes na argamassa de menor tempo. Já quanto ao armazenamento com a película de água, foi concluído que as argamassas reservadas sem a película obtiveram maiores valores de resistência, isso se deve a relação inversa existente entre o desenvolvimento de resistência e à relação água/cimento.

Antoniuzzi (2019), observou que há um prejuízo na resistência mecânica das argamassas estabilizadas devido ao emprego do aditivo incorporador de ar, que aumenta a porosidade da argamassa. Embora nessas argamassas, o uso desse aditivo seja conjunto ao estabilizador de hidratação, que associados criam uma resistência moderada, mas, caso haja um aumento de proporção no incorporador de ar por falhas na dosagem, gera-se essa perda na resistência.

Já Melo e Neto (2019), submeteram a argamassa convencional e a estabilizada ao ensaio de resistência à compressão, determinado pela NBR 13279 (ABNT, 2005) e relataram, com base nos resultados, que há uma maior resistência nas argamassas

convencionais em comparação ao outro tipo, concluindo que o aditivo incorporador de ar da estabilizada pode ter influenciado esse quadro.

3.4.7 Retração

A retração é, segundo Carasek (2007), resultado de um mecanismo complexo, associado com a variação de volume da pasta aglomerante e apresenta papel fundamental no desempenho das argamassas aplicadas, especialmente quanto à estanqueidade e à durabilidade.

Bastos (2001) afirma que a perda de água da pasta de cimento é a principal causa da retração, se não for considerado o efeito de contração térmica. Essa perda de água ocorre tanto pela sucção do substrato poroso, quanto por evaporação pela ação dos ventos e do sol.

Se a secagem for lenta, a argamassa terá tempo suficiente para atingir uma resistência à tração necessária para suportar as tensões internas que surgem. Mas no caso do clima estar quente, seco e com ventos fortes, a evaporação é acelerada, e essa perda de água gera fissuras de retração. (CARASEK, 2007).

Esta propriedade mesmo estando em seu estado fresco, tem fundamental influência e importância no estado endurecido, pois com o aparecimento de fissuras, o revestimento perde as funções que são exigidas, como a estanqueidade à água e o acabamento estético (ARNEZ; GINARDI; HASTENPFLUG, 2017).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho foram realizadas análises sob diferentes aspectos da argamassa convencional produzida em obra e da argamassa estabilizada, objetivando verificar sobre quais quesitos um determinado tipo se sobrepõe ao outro. Foi desenvolvida uma análise comparativa de custo, uma análise de opinião com mão de obra e análise das propriedades físicas de consistência e resistência à compressão das argamassas.

4.1. Análise orçamentária

Visando verificar a viabilidade econômica da substituição de um tipo pelo outro, foi realizada análise dos custos de produção do metro cúbico (1m^3) da argamassa convencional produzida em obra, através das tabelas de composição de preço do Sinapi (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e auxílio da plataforma Orçafascio, em oposição com a média de preços consultados na cidade de João Pessoa.

As tabelas Sinapi são referências de serviços, insumos e dados técnicos elaborados por estado e atualizados mensalmente pela Caixa Econômica Federal em conjunto com o IBGE, objetivando servir de base para a execução de orçamentos de obras de construção civil, sejam estas públicas ou privadas. Já a plataforma Orçafascio é um software que possui em seus bancos de dados as tabelas de orçamento e sob pesquisa retorna os insumos e composições dos itens para a elaboração da composição de custo.

Para o orçamento da argamassa convencional produzida em obra, foi estudado o traço de argamassa 1:6, o mesmo adotado nos ensaios em laboratório, expostos posteriormente nesse trabalho. Foi optado por adotar esse traço por propiciar a argamassa ser usada tanto no revestimento de alvenarias quanto no assentamento de elementos de vedação, além de não possuir um teor elevado de cimento, que a tornaria mais onerosa na análise orçamentária. Os seguintes materiais foram considerados na composição:

Tabela 02 - Componentes argamassa convencional produzida em obra

Argamassa Produzida em Obra

 Cimento Portland CP - II

 Aditivo Plastificante

 Areia Média

 Água

Fonte: Autor, 2022

Além disso, no orçamento da argamassa é preciso constar também os custos com itens que não são materiais usados na composição do produto, mas que são auxiliares na sua produção. No caso, foi incluso na composição de preço, o custo horário do operador de betoneira, além do custo horário produtivo e o custo horário improdutivo da betoneira 400l, a mais comumente usada nas obras de porte comum.

Quanto a argamassa estabilizada foi realizada uma pesquisa de mercado em três diferentes empresas atuantes na cidade de João Pessoa, a fim de obter uma média de custo de compra desse material.

4.2. Análise de opinião com mão de obra

Objetivando uma visualização da opinião dos profissionais diretamente envolvidos na operação e manuseio das argamassas, foi desenvolvido um breve questionário composto por perguntas diretas e abertas direcionadas às questões práticas, percepções e preferências de uso, quanto aos dois tipos de argamassa estudadas.

O seguinte questionário foi aplicado em quatro diferentes obras, sendo três obras de residências unifamiliares e uma obra escolar, e foi respondido por dez profissionais

4.2.1. Questionário

01. Já trabalhou com argamassa estabilizada?

02. Sentiu alguma vantagem ou diferença em relação à argamassa comum?
Qual/quais?

03. Qual sua preferência de uso? Por que?

4.3. Análise de propriedades

Para a avaliação comparativa de propriedades, foram realizados três diferentes ensaios de laboratório para a argamassa convencional e para a argamassa estabilizada. A argamassa estabilizada foi obtida com consentimento de uma construtora local, enquanto a argamassa comum foi produzida em laboratório, dosando os componentes em massa.

Embora as empresas fornecedoras de argamassa estabilizada não informem os traços que adotam na composição de seu produto, o seguinte trabalho se propõe dentro dos limites, observar se esse produto padrão da empresa X se adequa aos limites impostos pelas normas vigentes dos ensaios realizados, além de, comparar seus resultados com os de uma argamassa de traço comum 1:6 (cimento:areia), que se aproxima da argamassa estabilizada em aplicações, sem ser uma argamassa demasiadamente “forte” em teor de cimento..

Os ensaios realizados foram:

1. Índice de Consistência – NBR 13276
2. Squeeze-Flow – NBR 15839
3. Resistência à tração e compressão – NBR 13279

A argamassa estabilizada foi coletada da obra antes de suas primeiras vinte e quatro horas de armazenamento, foi armazenada em um recipiente plástico e transportado até o laboratório Labeme da Universidade Federal da Paraíba, onde foram desenvolvidos os ensaios. Para a realização desses ensaios, houve o auxílio dos profissionais técnicos do laboratório.

Já a argamassa convencional foi produzida no próprio laboratório, com quantidades de cimento e areia pesadas em balança de precisão e a água de amassamento foi adicionada gradualmente até atingir a consistência desejada.

4.3.1. Índice de Consistência

As consistências das duas argamassas foram obtidas através do ensaio da mesa de consistência (flow table) seguindo os procedimentos e diretrizes da NBR

13276 (ABNT, 2016). O ensaio consiste em preencher um molde troncônico com camadas da argamassa socadas, após isso retira-se o molde e gira-se a manivela da mesa, que impõe quedas e espalha a argamassa. Por fim, mede-se três diferentes diâmetros da argamassa espalhada (Figura 06).

Figura 06 - Ensaio de Índice de Consistência



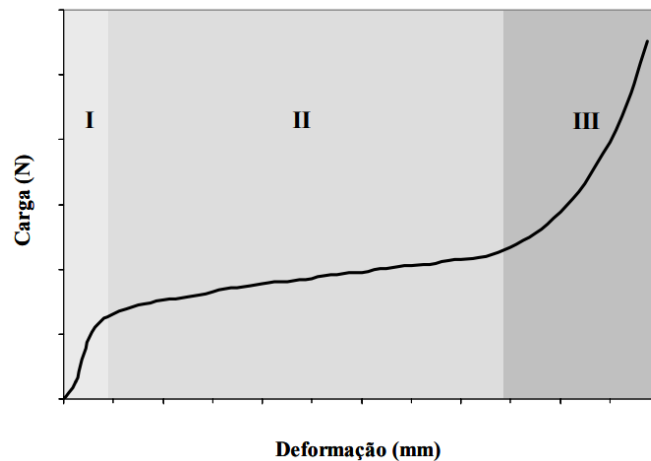
Fonte: Autor, 2022

4.3.2. Squeeze-Flow

O ensaio squeeze-flow consiste na determinação de parâmetros reológicos da argamassa através da aplicação de um esforço de compressão no material contido entre duas superfícies metálicas, gerando deformações de espalhamento e cisalhamento radial na mesma.

Esse ensaio retorna um gráfico carga vs. deslocamento, que apresenta 3 regiões distintas, conforme figura 07. A região 01 apresenta deformação elástica linear, onde ocorrem pequenas deformações. Já na segunda etapa ocorrem grandes deformações sem o aumento significativo de força para tal. Por fim, na última etapa, no qual o material é submetido a grandes deformações, em que ocorre um aumento expressivo na carga necessária para o seu deslocamento (CARDOSO; PILEGGI; JOHN, 2005).

Figura 07 - Gráfico Carga X Deslocamento



Fonte: Cardoso; Pileggi; John, 2005

O ensaio foi realizado preenchendo o molde no gabarito com argamassa, regularizando sua superfície e em seguida transportando até a máquina do ensaio de compressão (Figura 08). Após posicionar a argamassa alinhada com o pistão da máquina, inicia-se o ensaio, fazendo a compressão do material em duas velocidades, 0,1m/s e 0,3m/s.

Figura 08 - Ensaio Squeeze-flow



Fonte: Autor, 2022

O squeeze-flow foi realizado nas duas velocidades com a argamassa estabilizada no seu primeiro dia de armazenagem e com a argamassa confeccionada *in loco* do mesmo lote da usada na determinação do índice de consistência.

4.3.3. Resistência à tração e compressão

O ensaio de resistência à compressão das argamassas foi realizado em conformidade com as instruções da NBR 13279 (ABNT, 2005). Foram moldados doze corpos de prova, sendo quatro da argamassa convencional, quatro da argamassa estabilizada no primeiro dia de armazenagem, e quatro da argamassa estabilizada após vinte e quatro horas de armazenamento com película de água. Após a moldagem, esses corpos de prova foram colocados em cura, capeados e por fim rompidos após completados sete dias do início do ensaio.

A ruptura foi realizada sob compressão axial (figura 09), com carga aplicada pela prensa de 500 N/s

Figura 09 - Ensaio de Resistência à Compressão



Fonte: Autor, 2022

4.3.4. Quadro comparativo

Por fim, obtidos e discutidos os resultados das três análises acerca dos dois tipos desse material e fazendo uso conjunto com as referências bibliográficas pesquisadas no corpo do trabalho, foi desenvolvido um quadro comparativo dos diferentes aspectos estudados das argamassas listando as vantagens de um tipo sobre o outro.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise Orçamentária

Baseado no traço adotado na composição da argamassa de estudo de 1:6 (em volume de cimento e areia média úmida) foram calculados os coeficientes dos itens conforme suas unidades de medida e chegamos ao seguinte custo de produção de um metro cúbico da argamassa convencional:

Tabela 03 - Composição de custo de argamassa convencional

ARGAMASSA TRAÇO 1:6 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA MÉDIA ÚMIDA) COM ADIÇÃO DE PLASTIFICANTE PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	COEFICIENTE	CUSTO
88377	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	15,85	4,33	R\$ 68,63
88830	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_10/2014	CHP	1,51	3,332	R\$ 5,03
88831	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_10/2014	CHI	0,33	1,01	R\$ 0,33
00000370	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	110	1,27	R\$ 139,70
00001379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	0,7	281,53	R\$ 197,07

43617	ADITIVO PLASTIFICANTE E ESTABILIZADOR PARA ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO E REBOCO, LIQUIDO E ISENTO DE CLORETOS	L	9,99	0,063	R\$ 0,63
VALOR TOTAL DESONERADO:					R\$ 411,40

Fonte: Adaptado do Sinapi, 2022

Quanto à argamassa estabilizada, foi realizada consulta de preços em três diferentes empresas atuantes na cidade de João Pessoa, obtendo os preços expostos na tabela 04, referentes ao metro cúbico desse material.

Tabela 04 - Pesquisa de preços de argamassa estabilizada

EMPRESA	VALOR DE M²
EMPRESA 01	R\$ 390,00
EMPRESA 02	R\$ 350,00
EMPRESA 03	R\$ 380,00
MÉDIA	R\$ 373,33

Fonte: Autor, 2022

Assim, ao comparar o custo de produção da argamassa convencional de obra com a argamassa estabilizada percebe-se uma diferença considerável a favor do segundo tipo, tornando-a financeiramente mais vantajosa, ainda mais tendo em consideração o contexto da obra, onde grandes quantidades desse volume serão usados, em especial nas etapas de revestimento.

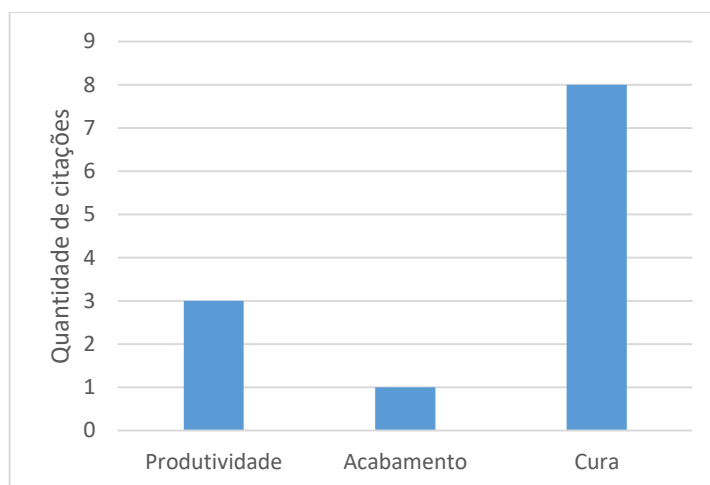
5.2. Análise de opinião de mão de obra

Dos dez profissionais entrevistados, 100% deles declararam já terem trabalhado com a argamassa estabilizada, seja para o assentamento de blocos ou revestimento de alvenarias.

Já acerca das percepções de vantagens, desvantagens ou diferenças de uso dessa argamassa, foi possível filtrar opiniões semelhantes nos tópicos a seguir, com suas respectivas quantidades de citações, cabendo salientar que alguns profissionais apontaram mais de uma característica.

- Tempo de secagem: 8 citações.
- Produtividade: 3 citações.
- Acabamento: 1 citação.

Gráfico 01 – Percepções



Fonte: Autor, 2022

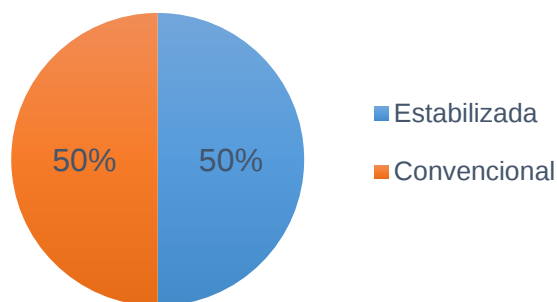
Quanto à secagem, muito foi apontado como desvantagem da argamassa estabilizada o fato desta demorar muito a secar, em especial quando é preciso executar uma camada extra de massa na alvenaria (cheia) ou quando o trabalho é executado em áreas internas, na sombra ou dias úmidos.

Acerca da produtividade, foi citado por um profissional que essa argamassa melhora a produção, sendo necessário que a lance em uma alvenaria e siga para o lançamento em outra, retornando para estas na sequência para sarrafeá-las. Assim, enquanto a primeira parede está secando, é possível emboçar uma outra. Também foi dito por outro profissional que uma vantagem dessa argamassa é que não precisa que o ajudante fique na betoneira, gastando tempo, bastando que esse transporte a massa até ele.

Outra questão levantada sobre essa argamassa diz respeito ao acabamento propiciado por ela. Foi apontado que a parede rebocada com esse material apresenta um acabamento de melhor aparência, sugerido como resultado da qualidade de areia empregada, não deixando marcas de encontro de panos de reboco.

Quanto à preferência, as seguintes porcentagens foram obtidas:

Gráfico 02 – Preferências



Fonte: Autor, 2022

A partir das informações obtidas da entrevista é possível destacar alguns pontos:

1. Todos os profissionais entrevistados já tinham trabalhado com a argamassa estabilizada, o que podemos apontar como sendo um indicativo da aceitação e adesão dessa tecnologia por parte das empresas de João Pessoa.
2. Essa argamassa exige uma adaptação da parte do profissional. Pois, diferente da argamassa convencional onde o sarrafeamento é sequencial ao emboço, com a estabilizada, devido ao seu tempo em aberto de trabalhabilidade ser maior, é preciso dar um tempo para que ocorra uma secagem inicial, o que pode ser aproveitado para emboçar outras alvenarias.
3. Embora 7 dos 10 entrevistados tenham apontado características com implicações negativas sobre a argamassa estabilizada, 50% dos profissionais declararam preferência por esse material, o que indica uma compreensão por parte deles que, embora haja desvantagens nessa argamassa, as vantagens dela prevalecem sobre a argamassa convencional.
4. As preferências ficaram igualmente divididas entre os dois tipos de argamassa estudadas. Levando em conta que a argamassa estabilizada é uma tecnologia relativamente recente, essa porcentagem de aceitação sobre um material consolidado por gerações pode ser visto como um indício de uma rápida adesão.

5.3. Análise de propriedades

5.3.1. Índice de Consistência

Realizado o ensaio foram obtidos os seguintes valores referentes a três diâmetros da argamassa estabilizada e da argamassa convencional.

Tabela 05 - Índice de Consistência

Argamassa:	Índice de Consistência (mm):			
	Diâmetro 01	Diâmetro 02	Diâmetro 03	Média
Estabilizada	230	235	230	232
Convencional	235	230	225	230

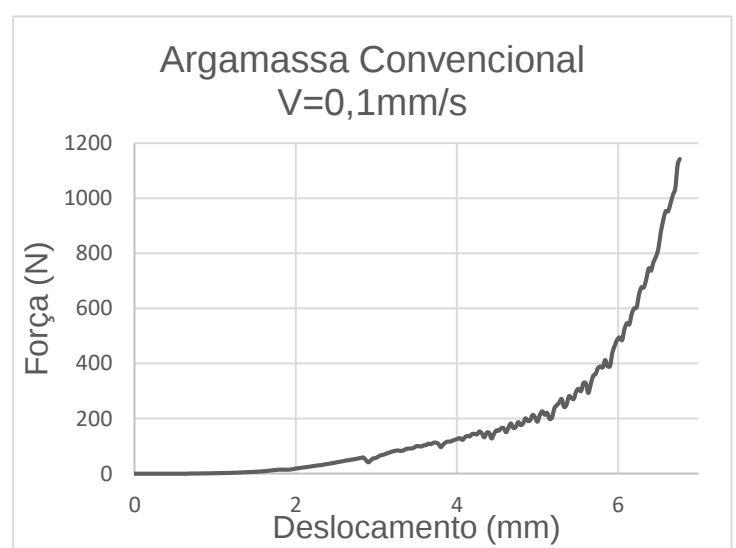
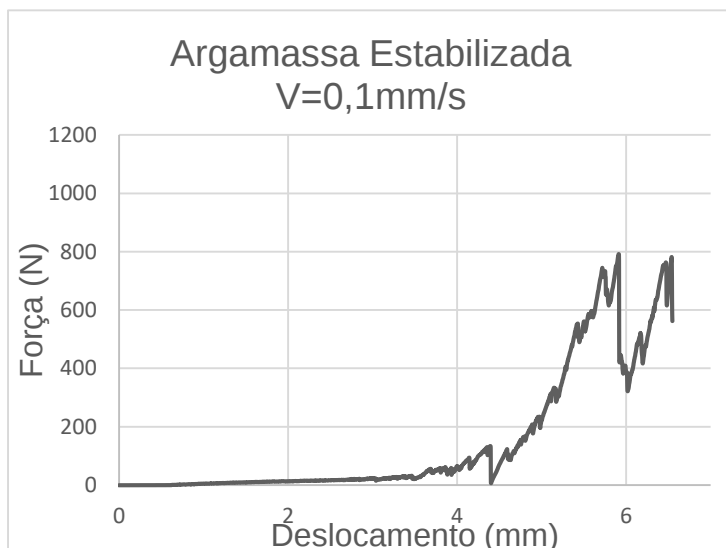
Fonte: Autor, 2022

Pode se observar pelo resultado que os índices obtidos foram aproximados, o que significa que foram atingidas trabalhabilidades semelhantes. Embora, o valor superior da estabilizada indica uma maior fluidez, resultado da relação água/materiais sólidos maior e da presença do aditivo incorporador de ar.

5.3.2. Squeeze-Flow

Após a realização do ensaio nas duas velocidades de compressão, a máquina do ensaio retornou os gráficos 03 e 04 que relacionam o deslocamento sofrido nas argamassas com a força aplicada pela máquina.

Gráfico 03 – Ensaio Squeeze Flow com velocidade de compressão de 0,1mm/s

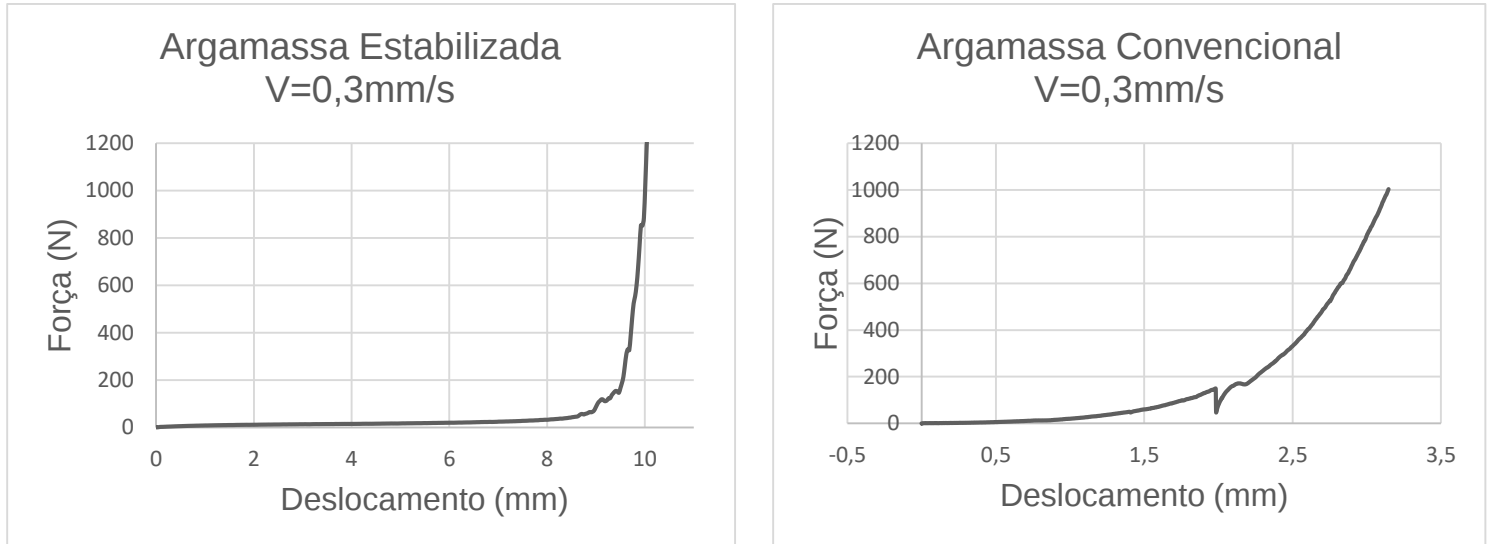


(a)

(b)

Fonte: Autor, 2022

Gráfico 04 – Ensaio Squeeze Flow com velocidade de compressão de 0,3mm/s



(a)

(b)

Fonte: Autor, 2022

Ao compararmos os resultados obtidos nos ensaios das duas argamassas na velocidade de compressão de 0,1m/s, presentes no gráfico 03a e 03b, foi observado que a argamassa estabilizada obteve a etapa 2 mais bem definida, enquanto esta é praticamente inexistente no gráfico da argamassa convencional, onde predomina o estágio 3. Tal comportamento provavelmente deve-se ao fato de que essa argamassa apresentava-se menos úmida do que a argamassa estabilizada e portanto, há atrito entre as partículas sólidas do sistema, resistindo ao deslocamento e necessitando de um aumento progressivo de carga para haver deformação.

Já ao compararmos os gráficos a e b do gráfico 04 notamos que os deslocamentos obtidos na argamassa convencional foram bastante inferiores aos obtidos na argamassa estabilizada para a mesma carga aplicado. Esse comportamento está em conformidade com a observação dos gráficos 03, sendo resultado de uma maior consistência por parte dessa argamassa, ou seja, de sua baixa fluidez.

Assim, a argamassa estabilizada devido aos efeitos de seus aditivos e sua maior umidade, apresenta uma maior distância entre as partículas, tendo portanto,

menor atrito entre elas e apresentando menor consistência, facilitando o escorregamento relativo dos agregados. Como resultado, as curvas obtidas da argamassa estabilizada apresentam os estágios de deformação bem definidos.

Na prática, significa que a argamassa convencional que foi moldada para o estudo, devido à quase inexistência do estágio 2 possivelmente apresentaria dificuldades na aderência e no espalhamento após ser lançada, pois seria necessária mais força para a sua aplicação.

5.3.3. Resistência à compressão

Após a ruptura dos doze corpos de prova sob compressão axial, com carga de 500 N/s, foram obtidos os resultados de resistência apresentados na Tabela 05 com a média aritmética das resistências dos quatro corpos de prova de cada tipo.

Tabela 06: Resistência à Compressão

Tipo de Argamassa	CP1	CP2	CP3	CP4	Média
Convencional	3,9 MPa	3,6 MPa	3,9 MPa	3,6 MPa	3,76 MPa
Estabilizada 1º dia	3,53 MPa	4,5 MPa	5,3 MPa	5,3 MPa	4,67 MPa
Estabilizada 2º dia	2,48 MPa	2,9 MPa	2,3 MPa	1,9 MPa	2,39 MPa

Fonte: Autor, 2022

A análise dos dados mostra, que entre as argamassas que foram ensaiadas, a argamassa estabilizada em seu primeiro dia de armazenamento foi a que apresentou o maior valor de resistência à compressão, com média de 4,67MPa, enquanto a argamassa confeccionada obteve média de 3,76MPa. Já a argamassa estabilizada após ser armazenada por 24 horas coberta com película de água teve resistência média de compressão de 2,39MPa.

Podemos classificar essas argamassas em relação à sua resistência à compressão seguindo a tabela definida na norma NBR 13281 (ABNT, 2014). A argamassa convencional seria classificada como P3, a estabilizada no primeiro dia de uso está na classe P4 e a estabilizada no segundo dia de uso está na classe P2.

Assim, podemos observar que todas as argamassas se classificam dentro dos limites da norma, mesmo que em classes distintas. Vemos que, embora a argamassa

estabilizada tenha obtido o maior valor de resistência à compressão em seu primeiro dia, após a adição de água para o armazenamento esse valor foi drasticamente reduzido, obtendo o pior dos resultados, próximo ao limite proposto pela norma de 2,0MPa.

5.4. Vantagens e Desvantagens

Por fim, baseado nas análises desenvolvidas e na pesquisa bibliográfica acerca das argamassas, é possível visualizar as vantagens e desvantagens desses materiais, embora, seja importante salientar que algumas características da argamassa convencional podem ser corrigidas com o acréscimo de aditivos ou mudanças nas proporções dos componentes, cabendo a comparação com a argamassa mais comumente usada, composta por água, cimento, areia, cal ou aditivo plastificante.

5.4.1. Argamassa estabilizada

Além do menor custo, a produtividade é a vantagem de maior destaque da argamassa estabilizada, sendo resultado da não necessidade de produção em obra. Há uma redução de períodos ociosos com o uso dessa massa, pois, o processo executivo de revestimento e assentamento com a argamassa convencional, composto pela dosagem de insumos, mistura em betoneira e transporte até o local de uso, é simplificado com a argamassa estabilizada, onde é necessário apenas fazer o transporte do material do recipiente de armazenagem até o local de aplicação. Somado a isso, temos redução de espaço de estocagem; diminuição da geração de ruídos por parte da betoneira ou argamassadeira; menor produção de resíduos, como embalagens de cimento, cal e aditivos; e a dispensa de um profissional específico para manuseio da betoneira.

Além disso, o controle de qualidade na produção desse material o torna mais coeso e homogêneo, resultando em um acabamento de melhor qualidade, enquanto a produção em obra está sujeito a erros de dosagem e desperdícios. Seu tempo de trabalhabilidade maior, refletido como um tempo mais extenso de secagem, também pode ser visualizado como uma vantagem produtiva, pois, um mesmo profissional

pode lançar a argamassa em diferentes alvenarias consecutivas e ao final do processo de emboço retornar a elas para executar o reboco.

Quanto às propriedades físicas, podemos constatar pelos ensaios realizados no presente trabalho, assim como nos disponíveis na bibliografia, que a argamassa estabilizada atende aos requisitos normativos propostos, mesmo que durante seu tempo de armazenagem submersa ocorram perdas nas propriedades. Pois, como foi constatado nos ensaios de Kebhard e Kazmierczak (2017), ocorre uma diminuição do módulo de elasticidade, perda da trabalhabilidade e diminuição nas resistências a tração na flexão e compressão, na argamassa estabilizada após o período de armazenagem. Mesmo assim, os autores concluíram que essas perdas não se constituem em prejuízos ao desempenho da argamassa como revestimento, pois, a mesma manteve resistência de aderência no intervalo da norma e não ocasionou fissuras. Assim, mesmo embora haja prejuízos à algumas propriedades após o tempo submersa, a argamassa estabilizada permanece sendo uma opção tecnicamente viável.

Quanto às desvantagens desse material, se destacam duas: A necessidade de um planejamento preciso do consumo em obra, para que não falte argamassa em obra, nem seja pedida em excesso; e também o tempo elevado de secagem em tempos úmidos ou em alvenarias que exijam camadas espessas de revestimento.

Tabela 07 – Vantagens e Desvantagens Argamassa estabilizada

Argamassa estabilizada	
Vantagens:	Desvantagens:
Produtividade	Não indicado para o revestimento de projeções inferiores de marquises e beirais
Menor Geração de ruídos	Necessita um dimensionamento assertivo do consumo
Evita desperdícios	Demora de secagem para camadas de revestimento espessas
Dispensa o tempo de produção em obra	Demora a adquirir rigidez em dias úmidos
Maior período de trabalhabilidade	Perda de Resistencia mecânica ao adicionar película de água entre os horários não úteis
Dispensa mão de obra de preparo	
Melhor acabamento	
Menor Custo	
Melhor homogeneidade	
Produzido com controle de qualidade	

Menor produção de resíduos

Fonte: Autor, 2022

5.4.2. Argamassa convencional

Já a argamassa convencional se adequa ao consumo exigido, podendo ser produzida de maneira coerente aos requisitos desejados, podendo ser feita mais fluída, seca, ter mais finos ou ser mais aderente, apenas alterando as quantidades dos insumos ou acrescentando aditivos. Além disso, pode ser produzida em quantias suficientes em concordância à demanda. No entanto, sua produção é mais onerosa, ocupa mais espaço, é mais sujeita a erros e possui menor controle de qualidade.

Tabela 08 – Vantagens e Desvantagens Argamassa Convencional

Argamassa Convencional Produzida em obra	
Vantagens:	Desvantagens:
Traços podem ser alterados para atingir melhores propriedades	Tempos ociosos para produção
Produzido em quantidades conforme necessidade	Maior custo de produção
Rapidez de secagem para sarrafeamento	Menor tempo de trabalhabilidade
	Necessidade de locais de armazenagem, locais de produção e rotas de transporte
	Sujeito a erros de proporção e desperdícios
	Requer profissional operador de betoneira
	Menos homogênea
	Menor qualidade de acabamento

Fonte: Autor, 2022

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados dos quesitos estudados foi possível constatar que a argamassa estabilizada se apresenta como um substituto viável e adequado à argamassa convencional, sendo portanto, uma tecnologia construtiva tecnicamente viável e que apresenta importantes vantagens sobre o outro tipo.

A argamassa estabilizada apresentou, nos ensaios realizados, resultados satisfatórios, aos limites das normas, e até superiores aos da argamassa convencional no traço estudado, além de ter apresentado na pesquisa com fornecedores um custo de compra inferior ao custo de produção, pela tabela Sinapi, da argamassa convencional. Somado a isso, vemos que a preferência da mão de obra apresentou-se dividida entre os dois tipos, o que pode ser positivamente enxergado devido ao fato de a argamassa convencional ser uma tecnologia anterior e mais difundida do que a argamassa estabilizada.

No entanto, também foram apontados quesitos negativos sobre a argamassa estabilizada, principalmente quando se trata da necessidade do planejamento e controle para não deixar vencer argamassa em obra ou deixar faltar. Além da dificuldade de secagem da mesma em climas mais úmidos ou quando aplicada em camadas espessas.

Assim, vale salientar, que não há nessa argamassa uma superioridade absoluta sobre a outro, a escolha de qual tipo usar deve ser feita com atenção e tendo em vista as condições da obra, pois, as necessidades das construções diferem entre si em diversos fatores. É necessário ponderar individualmente as possibilidades locais, e determinar no custo benefício a mais adequada.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode citar como possíveis temas: a análise das variações nas propriedades da argamassa estabilizada após armazenamento com película de água no primeiro e no segundo dia, como também expandir o presente trabalho com a realização de mais experimentos de laboratório e maior amostragem de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276: Argamassa para Assentamento e Revestimento de Paredes e Tetos — Determinação do Índice de Consistência.** Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279: Argamassa para Assentamento de Paredes e Revestimento de Paredes e Tetos - Determinação da Resistência à Compressão.** Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281: Argamassa para Assentamento e Revestimento de Parede e Tetos – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529: Revestimento de Parede e Tetos de Argamassas Inorgânicas – Terminologia.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749: Revestimento de parede e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15258: Argamassa para Revestimento de Paredes e Tetos – Determinação da resistência potencial de Aderência à Tração.** Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15829: Argamassa de Assentamento e Revestimento de Paredes e Tetos - Caracterização Reológica pelo Método Squeeze-flow.** Rio de Janeiro, 2010.

BAUER, E.; REGUFFE, M.; NASCIMENTO, M. L. M.; CALDAS, L. R. **Requisitos das Argamassas Estabilizadas para Revestimento.** In: XI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2015, Porto Alegre. XI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2015.

ARNEZ, D; GINARDI, R; HASTENPFLUG, D. **Argamassa estabilizada: influência da lâmina de água disposta na estocagem e da pré-saturação do substrato cerâmico.** Net, Rio Grande do Sul, abr. 2017. Revista de Engenharias da Faculdade Salesiana n. 2. Disponível em: <http://www.fsma.edu.br/RESA/Edicao6/FSMA_RES_2017_2_04.pdf> Acesso em: 10 de outubro de 2022.

ANTONIAZZI, J. **O Efeito dos Aditivos Incorporadores de Ar e Estabilizador de Hidratação nas Propriedades das Argamassas Estabilizadas.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul. 2019.

BASTOS, P. **Retração e Desenvolvimento de Propriedades Mecânicas de Argamassas Mistas de Revestimento**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2001.

BAUER, E. *et al.* **Revestimentos de Argamassas: Características e Peculiaridades**. Brasília: LEM-UnB; Sinduscon, 2005.

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

CARDOSO, F.A.; PILEGGI, R.G.; JOHN, V.M.; **Squeeze-flow aplicado a argamassas de revestimento: Manual de utilização**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 2010. Disponível em: <<http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF2010/BT545.pdf>> Acesso em: 2 nov. 2022.

CASALI, J. M.; NETO, A. M.; ANDRADE, D. C.; ARRIAGADA, N. T. **Avaliação das Propriedades no Estado Fresco e Endurecido de Argamassa Estabilizada para Revestimento**. In: IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2011, Belo Horizonte. IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2011.

DIPROTEC. **Aditivos Retardadores**. Disponível em: <<https://www.diprotec.com.br/produto/aditivos-retardadores/>> Acesso em 5 out. 2022

FEDERAL, Caixa Econômica. **SINAPI – Índice da Construção Civil**. Brasil, Governo Federal. Disponível em:< <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>> Acesso em: 15 out. 2022.

KEBHARD, J. M.; KAZMIERCZAK, C. L. **AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE UMA ARGAMASSA ESTABILIZADA AO LONGO DE SEU TEMPO DE ESTABILIZAÇÃO**. In: XII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2017, São Paulo. XII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2017.

LEMONS, R. **Técnicas de Revestimento em Argamassa Projetada**. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, p. 20. 2010.

MACIEL, L. L.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Recomendações para execução de revestimentos de argamassas para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. São Paulo: EPUSP, 1998.

MACIOSKI, G.; COSTA, M. R. M. M.; CASALI, J. M. **Caracterização de Argamassas Estabilizadas Submetidas à Sucção de Substrato Poroso**. In: XI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2015, Porto Alegre. XI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2015.

MACIOSKI, G.; KUSZKOWSKI, H.; COSTA, M. R. M. M.; CASALI, J. M. **Avaliação de Propriedades no Estado Fresco e Endurecido de Argamassas Estabilizadas**.

In: X Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2013, Fortaleza. X Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2013.

NETO, J. A. B.; MELO, J. M. R. **Estudo comparativo entre argamassa estabilizada e argamassa convencional para revestimento.** Brazilian Journal of Development, [S. l.], v. 5, n. 6, p. 4948–4967, 2019. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/1688>> Acesso em: 20 out. 2022.

RECENA, F. A. P. **Conhecendo Argamassa.** 2. Ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012.

ROMANO, R. **Incorporação de Ar em Materiais Cimentícios Aplicados em Construção Civil.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2013.

SABBATINI, F. H. **Argamassa de Assentamento para Paredes de Alvenaria Resistentes.** 2. Ed. São Paulo: ABCP, 1998.

SALVADOR, A. **Desempenho de Concretos Bombeáveis Fabricados com Aditivo Estabilizador de Hidratação.** Dissertação (Pós Graduação em Construção Civil) – Escola de Engenharia Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais. 2011.

SCHMID, A. G. **Argamassa estabilizada – Uma importante ferramenta para melhorar a sustentabilidade na construção civil.** Seminário apresentado no 53º Congresso Brasileiro de Concreto – IBRACON, Florianópolis, 2011.