

Amanda Luiza Santiago Freitas

Ana Carolina Bertolacini

Maíra Tiemi Yanagihara

Rafaela Fernandes Yokomizo

**Estudo da influência de diferentes condições de aplicação no
desempenho da argamassa estabilizada**

São Caetano do Sul

2019

Amanda Luiza Santiago Freitas
Ana Carolina Marchini Bertolacini
Maíra Tiemi Yanagihara
Rafaela Fernandes Yokomizo

**Estudo da influência de diferentes condições de aplicação no
desempenho da argamassa estabilizada**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Engenharia
Mauá do Centro Universitário do
Instituto Mauá de Tecnologia como
requisito parcial para a obtenção do
título de Engenheiro Civil

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Heloísa
Cristina Fernandes Cordon

Área de concentração: Engenharia
Civil

São Caetano do Sul

2019

*Dedicamos este trabalho aos
nossos familiares, amigos e namorados, que nos apoiaram durante o seu
desenvolvimento.*

AGRADECIMENTOS

Ao Doutor Holger Schimdt da empresa MC-Bauchemie pela disponibilidade, pelas orientações e pela doação dos aditivos utilizados nesse trabalho.

À engenheira Janaína Moraes da empresa Votorantim Cimentos, pela doação de materiais utilizados nesse trabalho.

Ao técnico José Luiz Ribeiro e ao colega Matheus Mercatelli Bob pela ajuda nos ensaios realizados no laboratório de Materiais de Construção Civil.

À professora Doutora Heloísa Cristina Fernandes Cordon pela orientação, interesse e disponibilidade em participar deste trabalho.

Aos nossos pais e familiares, por nos fornecerem todo apoio ao longo do curso e, principalmente, durante o período do desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

A argamassa estabilizada, feita em uma central dosadora através de um processo automatizado, chega à obra úmida e pronta para o uso, uma vez que possui aditivos incorporadores de ar e/ou estabilizadores de pega, com a função de conservar a argamassa em estado fresco por mais tempo. As principais vantagens deste tipo de argamassa são: redução dos desperdícios durante a estocagem em obra e transporte do material, aumento da produtividade da obra, diminuição de custos com equipamentos, energia elétrica e água, otimização do espaço no canteiro de obra, facilidade de utilização, economia com mão de obra e facilidade de carga e descarga. O objetivo deste trabalho é analisar o comportamento da argamassa estabilizada e seu desempenho nos tempos de preparo que variaram em 0, 4, 12, 24 e 36 horas e aplicação em relação às condições do substrato, variando seu tipo, umidade e temperatura. Os resultados mostraram que a argamassa continuou trabalhável até as 36 horas e manteve suas propriedades no estado fresco, porém no seu estado endurecido, ocorreu a redução das suas propriedades ao longo do tempo, com prejuízos evidentes na resistência de aderência.

Palavras-chave: Argamassa. Argamassa estabilizada. Tempos de preparo. Aplicação. Condições do substrato. Ensaio mecânicos.

ABSTRACT

The stabilized mortar is manufactured outside the construction site and it arrives ready to be used because of two admixtures that are incorporated into its composition to make it applicable for up to 72 hours. The main advantages of this mortar type are waste reduction, equipment, electric and water costs, better management and flexibility, space optimization in building site, labour-saving, easy workability, managed deliveries, loading and unloading labor and higher productivity. The objective of this study is to analyze the behavior and the performance of the stabilized mortar varying in 0, 4, 12, 24 and 36 hours and its substrate conditions such as type, temperature and humidity. The results showed that mortar remained workable up to 36 hours and kept its properties during the fresh state, even though its properties when it is hardened state decreased over time.

Keywords: Stabilized mortar. Mortar. Preparation times. Application. Substrate conditions. Mechanical tests.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Alternativa para revestimentos de parede	21
Figura 2: Armazenamento da argamassa estabilizada em obra	24
Figura 3: Identificação dos tempos de pega na curva de calor de hidratação..	29
Figura 4: Formas de ruptura durante o ensaio de aderência à tração.....	30
Figura 5: Mecanismo de aderência mecânica da argamassa	31
Figura 6: Fluxograma do planejamento experimental.	33
Figura 7: Cimento Portland II E 40	34
Figura 8: Determinação da massa unitária do cimento	35
Figura 9: Areia quartzosa	36
Figura 10: Leitura final do nível atingido pela água no frasco Chapman.....	37
Figura 11: Determinação da massa unitária do agregado miúdo	38
Figura 12: Peneiramento da amostra de agregado miúdo	39
Figura 13: Aditivo incorporador de ar	40
Figura 14: Aditivo estabilizador de hidratação.....	41
Figura 15: Bloco de concreto.....	41
Figura 16: Bloco cerâmico.....	42
Figura 17: Mesa de fluidez (FLOW-TABLE).....	44
Figura 18: Recipiente cilíndrico com argamassa.....	45
Figura 19: Determinação do início de pega.....	46
Figura 20: Esquema do ensaio de tempo de calorimetria	47
Figura 21: Corpos de prova.....	48
Figura 22: Corpo de prova - ensaio de tração à flexão	48
Figura 23: Corpo de prova – após ensaio de compressão	49
Figura 24: Ensaio do módulo de elasticidade.....	50
Figura 25: Exemplo de leitura de vibração pelo sistema Sonelastic.....	50
Figura 26: Fluxograma das condições dos substratos da argamassa em seu estado endurecido.....	51
Figura 27: Estufa para aquecimento de blocos	52
Figura 28: Blocos submersos em água	52
Figura 29: Gabarito com argamassa aplicada sobre substrato	53
Figura 30: Dinamômetro de tração.....	53
Figura 31: Gráfico da variação do índice de consistência em função do tempo	55

Figura 32: Gráfico da densidade de massa em função do tempo	56
Figura 33: Gráfico da variação do teor de ar incorporado em função do tempo	56
Figura 34: Gráfico de variação de temperatura	57
Figura 35: Módulo de elasticidade dinâmico ao longo de 36 h.....	58
Figura 36: Resistência à tração na flexão	59
Figura 37: Resistência à compressão	60
Figura 38: Falha na colagem.....	61
Figura 39: Rompimento no substrato	61
Figura 40: Rompimento na superfície de contato entre o substrato e a argamassa.....	62
Figura 41: Rompimento na argamassa	62
Figura 42: Descolamento total da argamassa	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação para densidade de massa no estado fresco.....	45
Tabela 2: Classificação quanto a resistência à tração na flexão.....	49
Tabela 3: Classificação quanto a resistência à compressão.....	49
Tabela 4: Média da absorção dos blocos.....	54
Tabela 5: Resistência de aderência à tração.....	63
Tabela 6: Percentual de ruptura.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação das argamassas conforme tipo	18
Quadro 2: Classificação conforme função.....	19
Quadro 3: Classificação dos revestimentos	20
Quadro 4: Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos	22
Quadro 5: Vantagens e desvantagens da argamassa estabilizada.....	23
Quadro 6: Propriedades da argamassa em seu estado fresco	27
Quadro 7: Ensaios reológicos para argamassa.....	28
Quadro 8: Limites de resistência de aderência à tração para revestimentos de argamassas.....	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO	15
3	JUSTIFICATIVA.....	16
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
4.1	Classificação das argamassas	18
4.2	Argamassas de revestimento	19
4.3	Uso de argamassas estabilizadas	23
4.4	Aditivos	24
4.4.1	Incorporador de ar.....	25
4.4.2	Aditivo estabilizador de hidratação.....	26
4.5	Propriedades da argamassa no estado fresco	26
4.5.1	Comportamento reológico da argamassa	27
4.5.2	Tempo de início de pega.....	28
4.6	Propriedades da argamassa no estado endurecido	29
4.7	Condições do substrato	30
5	MATERIAL E MÉTODOS	33
5.1	Cimento Portland	34
5.5.1	Massa Específica	34
5.5.2	Massa unitária	35
5.2	Agregado miúdo.....	36
5.2.1	Massa específica.....	36
5.2.2	Massa unitária.....	37
5.2.3	Determinação da composição granulométrica	38
5.3	Aditivos	40
5.3.1	Incorporador de ar.....	40
5.3.2	Aditivo estabilizador de hidratação.....	40
5.4	Substrato	41
5.4.1	Avaliação de absorção do substrato	42
5.5	Traço da argamassa e mistura.....	43
5.6	Propriedades da argamassa no estado fresco	43
5.6.1	Índice de consistência	43
5.6.2	Densidade de massa e teor de ar incorporado.....	44
5.6.3	Tempo de início de pega.....	46

5.7	Propriedades da argamassa no estado endurecido	47
5.7.1	Resistência à tração na flexão e compressão.....	47
5.7.2	Módulo de elasticidade dinâmico	50
5.7.3	Resistência de aderência à tração	51
6	RESULTADOS.....	54
6.1	Substrato	54
6.2	Propriedades no estado fresco.....	54
6.2.1	Índice de consistência	54
6.2.2	Densidade de massa e teor de ar incorporado.....	55
6.2.3	Tempo de início de pega	57
6.3	Propriedades no estado endurecido	58
6.3.1	Módulo de elasticidade.....	58
6.3.2	Resistência à tração na flexão	59
6.3.3	Resistência à compressão	60
6.3.4	Resistência de aderência à tração	60
7	ANÁLISE E CONCLUSÃO	66
	REFERÊNCIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

Segundo a NBR 13281 (ABNT, 2005a), a argamassa é uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, que pode conter ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria.

As argamassas são divididas em três gerações. A primeira geração é a argamassa feita em obra, a segunda geração é a argamassa industrializada e a terceira geração é a argamassa estabilizada (KEBHARD; KAZMIERCZAK, 2017).

A distinção da argamassa estabilizada para as demais é que a mesma é entregue em obra úmida e pronta para o uso, além de possuir aditivos (incorporadores de ar e/ou estabilizadores de pega), que têm a função de conservar a argamassa em estado fresco por mais tempo (MARCONDES; SANTOS, 2009).

De acordo com a sua composição, ela permanece trabalhável durante até 72 horas, e quando aplicada, seu comportamento é semelhante ao das argamassas tradicionais. Os aditivos adicionados em sua formulação fornecem maior trabalhabilidade e retenção de água, estabilizando a pega dos aglomerantes utilizados e desta forma, seu tempo de utilização acaba sendo prolongado (SANTOS; CIOCCARI, 2017).

Neste tipo de argamassa, todo seu material possui um controle de qualidade e aceitação previamente determinados. Além disso, o transporte é feito através de caminhões betoneiras. Com isso há uma melhora na homogeneidade da argamassa o que proporciona acabamentos com maior perfeição, diminuindo assim o risco de patologias (MARCONDES; SANTOS, 2009).

Como a argamassa estabilizada é fornecida pronta para o uso, é vedada a incorporação de qualquer outro insumo na mistura, inclusive água. A quantidade apropriada de água assegura que, após endurecida, a argamassa tenha a

resistência esperada, reduzindo os riscos de aparecimento de fissuras de retração (SANTOS; CIOCCARI, 2017).

A partir deste estudo será possível identificar alguns parâmetros de qualidade esperados para a argamassa estabilizada, além de prever o comportamento e a interação deste tipo de material com substratos cerâmicos e cimentícios de construção.

Este estudo é dividido em sete partes, sendo que a primeira destas é uma introdução ao assunto, a segunda parte o objetivo do trabalho e a terceira parte apresenta a justificativa deste tema.

A quarta parte cita as pesquisas de referência, que está dividida em seis subcapítulos, sendo estes responsáveis pela a classificação das argamassas e a diferença da argamassa estabilizada entre as demais em relação ao seu uso e composição. Além disso, as propriedades no estado fresco e endurecido são especificadas, ressaltando a importância dos ensaios e análises da mistura.

A quinta parte trata de material e métodos, sendo dividida em subcapítulos que descrevem todos os materiais utilizados no traço em estudo e suas propriedades, assim como os procedimentos de realização dos ensaios e normas utilizadas.

O penúltimo capítulo discute os resultados obtidos a partir ensaios realizados.

O encerramento ocorre na parte sete, apresentando as considerações finais, onde é comentado o entendimento do trabalho em relação aos resultados obtidos e esperados. Por fim, são citadas as referências utilizadas para o desenvolvimento deste projeto.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar o comportamento da argamassa estabilizada em função do tempo decorrido entre o preparo e a aplicação, juntamente com a variação das condições de umidade e temperatura em relação aos dois tipos de substrato no momento de sua aplicação.

3 JUSTIFICATIVA

No final da década de 90, cerca de 95% da argamassa produzida era preparada em obra, 4% correspondia a argamassas industrializadas e apenas 1% representava as argamassas fabricadas em central dosadora. No entanto, com o desenvolvimento de novos aditivos, viabilizou-se o aumento da produção das argamassas dosadas em central, também denominadas argamassas estabilizadas, possibilitando assim o fornecimento de grandes volumes de material para obras com cronogramas reduzidos (NETO; DJANIKIAN, 1999).

Os primeiros registros de utilização de argamassa estabilizada no Brasil são de 2003, porém existem registros mais antigos em outros países. Na Alemanha, desde 1970 já se utiliza argamassas capazes de manter suas características no estado fresco por até 3 dias. No Canadá e Estados Unidos, os registros mostram a utilização deste tipo de argamassa desde a década de 80 (MACIOSKI, 2014). A principal vantagem da argamassa estabilizada se deve à redução dos desperdícios em obra, pois como essa argamassa é fornecida pronta, acabam ocorrendo reduções de perdas na estocagem, no transporte do material e durante a própria produção da argamassa em canteiro (CASALI et al., 2011).

Em vista disso, outros proveitos são obtidos, tais como diminuição de custos com equipamentos, energia elétrica e água; otimização do espaço no canteiro de obra; redução de desperdício; facilidade de trabalhabilidade; economia com mão de obra; facilidade de carga e descarga (CIMENTO MONTES CLAROS, 2018).

O processo de urbanização tem aumentado cada vez mais no decorrer dos anos e, por conseguinte, a demanda de tempo e de investimentos em infraestrutura e habitação. Além do mais, novas construções vêm seguindo os conceitos de sustentabilidade enquanto as existentes tendem a se adaptar a essa concepção. Desta forma a agilidade e a praticidade no manuseio de equipamentos e materiais, assim como maneiras que impactam cada vez menos o meio ambiente, se tornaram fatores primordiais no setor de construção civil (MARCONDES; SANTOS, 2009).

Para o caso dos sistemas de revestimento, uma forma de obter benefícios unindo custo, segurança, praticidade e sustentabilidade, é o uso da argamassa estabilizada (CIMENTO MONTES CLAROS, 2018).

Como a argamassa estabilizada é um produto relativamente novo no mercado brasileiro, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas e estudos referentes ao comportamento desse material, tais como a avaliação das suas propriedades e interação com demais elementos da edificação, uma vez que muitas dessas informações ainda não são efetivamente conhecidas e quando existentes são pouco divulgadas (CASALI et al., 2011).

Desta forma, este trabalho apresenta o estudo de comportamento da argamassa estabilizada quanto ao seu desempenho ao longo do tempo de estabilização e interação com substrato, em diferentes condições de uso.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordadas as principais características das argamassas mais utilizadas hoje em dia.

A apresentação das diferenças entre elas é fundamental para a análise de seu desempenho, uma vez que suas características interferem nas suas funções e aplicações.

4.1 Classificação das argamassas

As argamassas são classificadas conforme seus tipos de acordo com o Quadro 1, ou funções como apresentado no Quadro 2.

Quadro 1: Classificação das argamassas conforme 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 de argamassa	Argamassa pobre ou magra
	Argamassa média ou cheia
	Argamassa rica ou gorda
Quanto à densidade da argamassa	Argamassa leve
	Argamassa normal
	Argamassa pesada

Fonte: Adaptado de (CARASEK, 2007).

Quadro 2: Classificação conforme 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 (paredes/pisos)	Argamassa de assentamento de peças cerâmicas- colante
	Argamassa de rejuntamento
Para recuperação de estruturas	Argamassa de reparo

Fonte: Adaptado de (CARASEK, 2007).

O enfoque deste trabalho será em argamassa de revestimento para áreas externas, sendo esta uma das principais utilizações de argamassa estabilizada, com aplicação realizada em camada única diretamente ao substrato.

Para que haja bom desempenho neste tipo de argamassa, as principais propriedades são: trabalhabilidade, especialmente consistência, plasticidade e adesão; retração; aderência; permeabilidade à água; resistência mecânica, principalmente a superficial e capacidade de absorver deformações (CARASEK, 2007).

4.2 Argamassas de revestimento

As principais funções do revestimento de argamassa são de proteger a alvenaria assim como a estrutura contra ação de intempéries quando se trata de revestimentos externos; integrar o sistema de vedação contribuindo com isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água, segurança ao fogo e resistência ao desgaste superficial em função da espessura aplicada (CARASEK, 2007).

A norma NBR 13529 (ABNT, 1995) classifica os tipos de revestimento variando os critérios conforme Quadro 3.

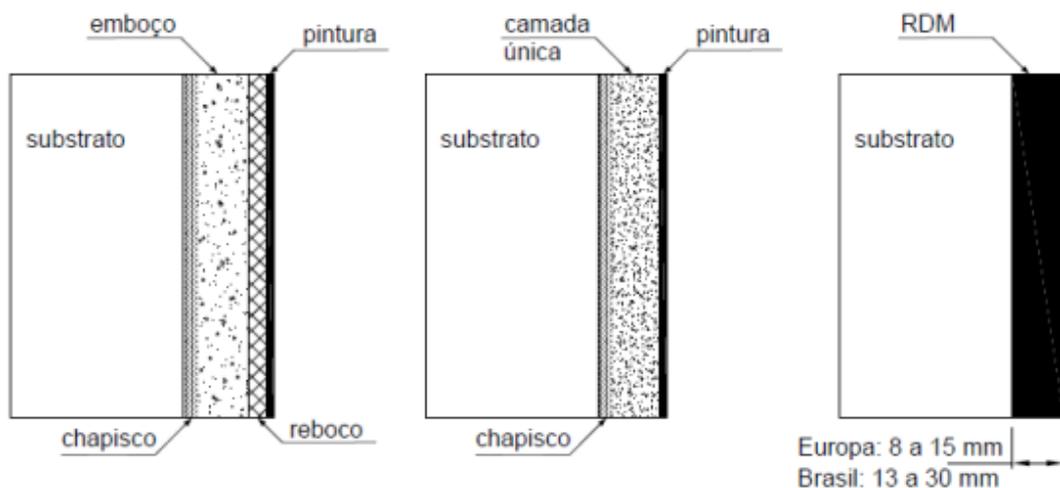
Quadro 3: Classificação dos revestimentos

TIPO	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO
Revestimento de camada única	Número de camadas aplicadas
Revestimento de duas camadas	
Revestimento com contato com o solo	Ambiente de exposição
Revestimento externo	
Revestimento interno	
Revestimento comum	Comportamento à umidade
Revestimento de permeabilidade reduzida	
Revestimento hidrófugo	
Revestimento de proteção radiológica	Comportamento a radiações
Revestimento termoisolante	Comportamento ao calor
Camurçado	Acabamento de superfície
Chapiscado	
Desempinado	
Sarrafeado	
Imitação travertino	
Lavado	
Raspado	

Fonte: Adaptado de NBR 13529 (ABNT, 1995).

Além de variar os tipos, conforme citado, os revestimentos de parede podem variar a sua aplicação, Figura 1, de acordo com a finalidade e região, podendo haver a presença de chapisco, emboço e reboco ou apenas a aplicação da argamassa diretamente ao bloco.

Figura 1: Alternativa para revestimentos de parede



Fonte: (CARASEK, 2007).

O revestimento de argamassa, conforme Carasek (2007), é constituído por várias camadas e funções específicas, sendo estas:

- Chapisco: camada de preparo de base, que uniformiza a superfície em relação à absorção e otimiza a aderência do revestimento;
- Emboço: camada de revestimento realizada para cobrir e regularizar a base de forma que a superfície possa receber outra camada;
- Reboco: camada de revestimento executada para cobrir o emboço, permitindo que a superfície receba revestimento decorativo;
- Camada única: revestimento de um único tipo de argamassa aplicado à base, recebendo uma camada decorativa em sua superfície.

Para cada tipo de revestimento de argamassa a NBR 13749 (ABNT, 2013a) retrata as espessuras admissíveis (Quadro 4) para que as propriedades de norma e segurança dos usuários sejam garantidas.

Quadro 4: Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos

REVESTIMENTO	ESPESSURA (mm)
Parede Interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede Externa	$20 \leq e \leq 30$
Teto Interno e Externo	$e \leq 30$

FONTE: Adaptado de NBR 13749 (ABNT, 2013a).

Uma vez que o enfoque do trabalho é a aplicação diretamente ao substrato de forma a simular um ambiente externo, a espessura adotada foi de 3 cm. Este tipo de revestimento é aplicado em camada única cumprindo simultaneamente o acabamento.

De acordo com a NBR 13749 (ABNT, 2013a), o revestimento de argamassa deve apresentar textura uniforme e sem imperfeições, como cavidades, fissuras, manchas e eflorescência.

O revestimento deve ser condizente com o acabamento que receberá, respeitando as exigências de cada tipo. Além disso, quando aplicado em área externa, deve possuir propriedade hidrofugante no caso de argamassa aparente; quando o revestimento for aplicado em contato com o solo, deve ter propriedade impermeabilizante ou ser impermeabilizado; ademais, deve resistir à ação de variações normais de temperatura e umidade do meio (BONIN; KAZMIERCZAK; MANSUERO, 2012).

A etapa de aplicação é uma das principais encarregadas pela manifestação de patologias em revestimento argamassa, logo a NBR 7200 (ABNT, 1998) determina verificações e serviços preliminares para que os problemas sejam minimizados, tais como:

- Inspeção e tratamento corretivo de base: conforme NBR 7200 (ABNT, 1998) deve-se conferir o nível, prumo e planicidade da base de forma a constatar irregularidades, executando-se quando necessário, ações corretivas;

- Limpeza e preparo da base: executa-se a retirada do excesso de pó, partículas em suspensão, graxas e desmoldantes, garantindo a aderência do revestimento ao bloco (CARASEK, 2007).

4.3 Uso de argamassas estabilizadas

Como já comentado na introdução, a argamassa estabilizada é fabricada em central dosadora através de um processo automatizado, desta forma, a mistura é entregue em obra, úmida e pronta para o uso, pois possui na sua composição aditivos incorporadores de ar e/ou estabilizadores de pega.

No **Erro! Fonte de referência não encontrada**.Quadro 5, apresentam-se as vantagens e desvantagens do uso de argamassas estabilizadas baseando-se em avaliações de viabilidades realizadas por Herman e Rocha (HERMANN; ROCHA, 2013).

Quadro 5: Vantagens e desvantagens da argamassa estabilizada

VANTAGEM	DESvantAGEM
Aumenta o rendimento	
Redução de perdas	Planejamento preciso da quantidade
Limpeza da obra	Tempo para adquirir rigidez
Reduz misturas constantes	Variação ao longo do tempo
Reduz a responsabilidade	Esmagamento do assentamento
Melhora a logística	Tempo para desempenho
Reduz a demanda de mão de obra	

Fonte:(HERMANN; ROCHA, 2013).

Quando a argamassa não está em uso, aplica-se uma película de água com cerca de 2 cm de espessura em sua superfície, mantendo-a dentro de um recipiente em repouso para conservação por até 72 horas contadas após a realização de sua mistura, o que pode alterar sua composição e trabalhabilidade nas idades avançadas (Figura 2).

Figura 2: Armazenamento da argamassa estabilizada em obra



Fonte: (SUPERMIX, 2019)

No momento de sua aplicação, a lâmina d'água deve ser vertida e a argamassa misturada. Além disso, apesar das reações de hidratação não terem ocorrido, a argamassa perde água ao longo do tempo de uso e de armazenagem de um dia para o outro (CASALI et al., 2011).

4.4 Aditivos

Os aditivos são “produtos que adicionados em pequena quantidade a concretos de cimento Portland modificam algumas de suas propriedades no sentido de melhor adequá-las a determinadas condições”, de acordo com a NBR 11768 (ABNT, 2019a).

Os tipos de aditivos normatizados no Brasil são:

- tipo RA 1 - redutor de água tipo 1;
- tipo RA 2 - redutor de água tipo 2;
- tipo AP - acelerador de pega;
- tipo CH - controlador de hidratação;
- tipo PR - aditivo plastificante retardador;
- tipo AR - acelerador de resistência;

- tipo APP - acelerador de pega para concreto projetado;
- tipo CR - compensador de retração;
- tipo RR - redutor de retração;
- tipo IA - incorporador de ar;
- tipo IA-L – incorporador de ar para concreto leve;
- tipo RC – redutor de corrosão;
- tipo MV-RT – modificador de viscosidade retentor de água;
- tipo MV-AS – modificador de viscosidade antisegregante;
- tipo RAC – redutor de absorção capilar;
- tipo RP – redutor de permeabilidade;
- tipo CVP – aditivos para concreto vibroprensado.

Apesar da NBR 11768 (ABNT, 2019a), citada acima, ser destinada ao uso de aditivos na composição do concreto, as argamassas também sofrem alterações nas suas propriedades, com a adição do aditivo, devido à presença do cimento Portland.

Como já citado, os aditivos utilizados em argamassas estabilizadas são os incorporadores de ar e estabilizadores, cujas características estão apresentadas nos tópicos 4.4.1 e 4.4.2.

4.4.1 Incorporador de ar

Aditivos incorporadores de ar tem como objetivo a redução da exsudação e reforço da impermeabilidade (BAUMGART, 1999). Porém, seu uso deve ser cauteloso, pois em excesso pode causar retardamento excessivo da hidratação

do cimento, prejudicando assim a resistência mecânica e aderência do material (METHA; MONTEIRO, 2008).

A trabalhabilidade da argamassa é melhorada com a ação das bolhas semelhante à um agregado fino com baixo atrito e elasticidade considerável, fazendo com que a mistura aparente tenha excesso de agregado miúdo fino, tornando a mistura mais coesa. A grande quantidade de bolhas deformáveis facilita o manuseio, logo, a aplicação da mistura e seu acabamento (MACIOSKI, 2014).

4.4.2 Aditivo estabilizador de hidratação

O aditivo estabilizador de hidratação (AEH) é o principal aditivo presente em argamassas estabilizadas. Trata-se de um composto orgânico com alto efeito de retardo, capaz de controlar a reação de hidratação do cimento de forma previsível através da inibição da formação dos hidratos. O componente estabilizador controla a taxa de hidratação do cimento, aumenta o tempo de transição da pasta do estado plástico para o estado endurecido e permite a estabilização do material no estado fresco. Desta forma, há promoção de um longo período com a mistura trabalhável (BENINI; CINCOTTO, 2007).

4.5 Propriedades da argamassa no estado fresco

A argamassa de revestimento possui diversas propriedades em seu estado fresco, como apresentado no Quadro 6.

Quadro 6: Propriedades da argamassa em seu estado fresco

PROPRIEDADE	DEFINIÇÃO
Trabalhabilidade	É a propriedade que determina a facilidade com que o material pode ser misturado, transportado, aplicado, consolidado e acabado, em uma condição homogênea
Consistência	É a maior ou menor facilidade da argamassa deformatar-se sob ação de cargas
Plasticidade	É a propriedade pela qual a argamassa tende a conservar-se deformada após a retirada das tensões de deformação
Retenção de água e consistência	É a capacidade de a argamassa fresca manter sua trabalhabilidade quando sujeita a solicitações que provocam a perda de água
Coesão	Refere-se às forças físicas de atração existentes entre as partículas sólidas da argamassa e as ligações químicas da pasta aglomerante
Exsudação	É a tendências de separação da água (pasta) da argamassa, de modo que a água sobe e os agregados desçam pelo efeito da gravidade. Argamassas de consistência fluida apresentam maior tendência à exsudação
Densidade de massa	Relação entre a massa e o volume do material
Adesão inicial	União inicial da argamassa no estado fresco ao substrato

Fonte: (CARASEK, 2010).

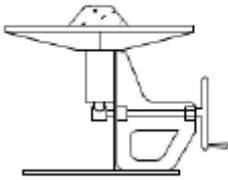
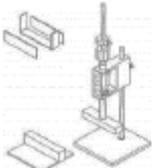
A aplicação eficiente da mistura está diretamente relacionada a estas propriedades, garantindo sua trabalhabilidade. Desta forma, há diversos ensaios empregados para determinar a consistência da argamassa detalhados no item 4.5.1.

4.5.1 Comportamento reológico da argamassa

O comportamento reológico da argamassa (consistência) está relacionado à sua maior ou menor fluidez, associando a mistura à sua capacidade em resistir ao escoamento, logo, quanto maior a fluidez, menor o valor de tensão ao escoamento. Além disso, sua plasticidade se relaciona à viscosidade da mesma (CARDOSO; PILEGGI; JOHN, 2005).

Alguns ensaios que avaliam a trabalhabilidade das argamassas de forma ampla são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7: Ensaio reológicos para argamassa

MÉTODO	NORMA	ESQUEMA	PROPRIEDADE AVALIADA
Mesa de consistência (Flow-Table)	NBR 7215 NBR13276		Consistência e plasticidade
Penetração do cone	ASTM C 780		Consistência
Gtec Test	--		Consistência, plasticidade e coesão

Fonte: Adaptado de (CARASEK, 2010).

Neste estudo utilizou-se o método que impõe à argamassa uma deformação por meio de vibração/choque na qual se mede ao mesmo tempo sua consistência e plasticidade, como no caso do ensaio do índice de consistência (Flow-Table), conforme NBR 7215 (ABNT, 2019b).

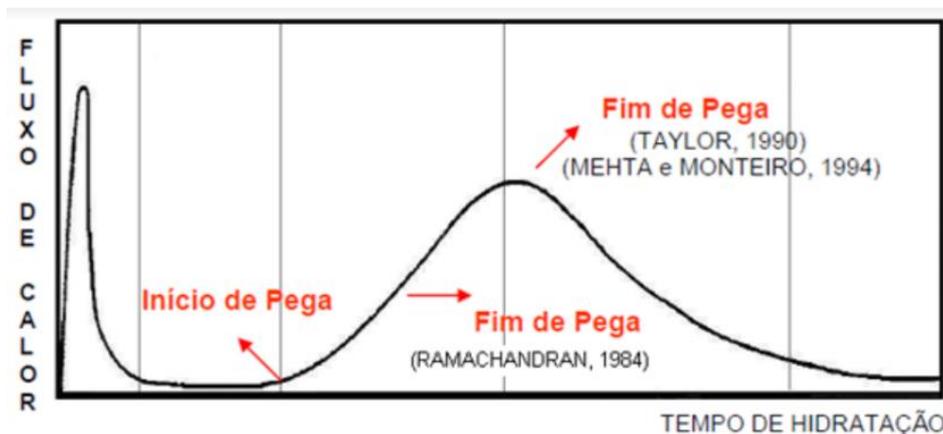
4.5.2 Tempo de início de pega

Misturando-se uma quantidade de água definida ao cimento obtém-se a pasta, mistura que perde sua plasticidade com o tempo, até endurecer completamente. O tempo que decorre entre a adição de água até o início das reações com os componentes do cimento é chamado tempo de início de pega (METHA; MONTEIRO, 2008).

O início de pega caracteriza-se pela elevação da temperatura e pelo aumento súbito da viscosidade. Quando a pasta se torna indeformável para pequenas cargas se tornando um bloco rígido, o fim da pega é atingido. Uma vez que ocorre esta reação, inicia-se a fase de endurecimento da mistura, onde as reações no interior da pasta são avançadas, aumentando a coesão e resistência da mesma.

Observando-se a Figura 3, após o período de dormência da curva de hidratação do cimento, inicia-se o tempo de pega, caracterizando o primeiro pico na curvatura do gráfico enquanto que, o pico máximo representa o fim do tempo de pega.

Figura 3: Identificação dos tempos de pega na curva de calor de hidratação



Fonte: (SOUZA, 2007).

4.6 Propriedades da argamassa no estado endurecido

A argamassa deve desempenhar requisitos de resistência mecânica e capacidade de deformação em seu estado endurecido.

A propriedade primordial neste estado é a aderência, que permite a absorção de tensões normais ou tangenciais pela argamassa na superfície de interface com o bloco (CARASEK, 2010).

O desempenho desta propriedade caracteriza-se no Quadro 8.

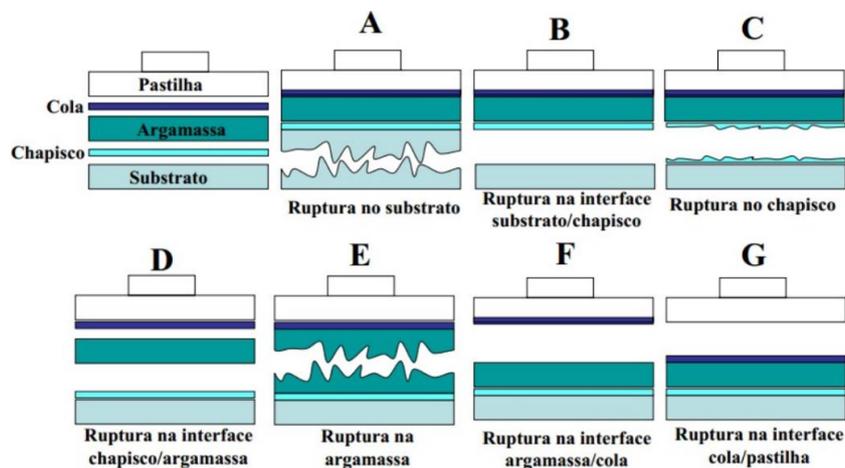
Quadro 8: Limites de resistência de aderência à tração para revestimentos de argamassas

LOCAL	ACABAMENTO	RESISTÊNCIA MÍNIMA DE ADERÊNCIA (MPa)
Interna	Pintura ou base para reboco	≥ 0,2
	Cerâmica ou laminado	≥ 0,3
Externa	Pintura ou base para reboco	≥ 0,3
	Cerâmica	≥ 0,3

Fonte: NBR 13749, (ABNT, 2013a).

As possíveis formas de ruptura que podem ocorrer são: ruptura no substrato, ruptura na interface substrato/argamassa, ruptura na argamassa e falha na colagem. As formas de ruptura mais comuns são apresentadas na Figura 4.

Figura 4: Formas de ruptura durante o ensaio de aderência à tração



Fonte: (CARASEK, 2010).

A dosagem dos materiais da argamassa tem influência sobre sua resistência mecânica, sendo diretamente proporcional à quantidade de cimento e inversamente proporcional à quantidade de cal e teor de ar incorporado (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

Desta forma, as resistências à tração na flexão e à compressão acabam sendo as principais responsáveis pelo bom desempenho das argamassas, logo, devem manifestar módulo de deformação compatível com cada função

4.7 Condições do substrato

O substrato é definido pela NBR 13529 (ABNT, 1995) como a superfície constituída por material inorgânico, não metálico, sobre a qual o revestimento é executado.

O revestimento a ser aplicado no bloco exige uma base com características superficiais, como porosidade e rugosidade, que atendam à sua suficiente ancoragem levando em conta os conceitos relativos à permeabilidade/absorção. Logo, o revestimento deve ser menos poroso do que o substrato para que tenham menor permeabilidade (PARAVISI, 2008).

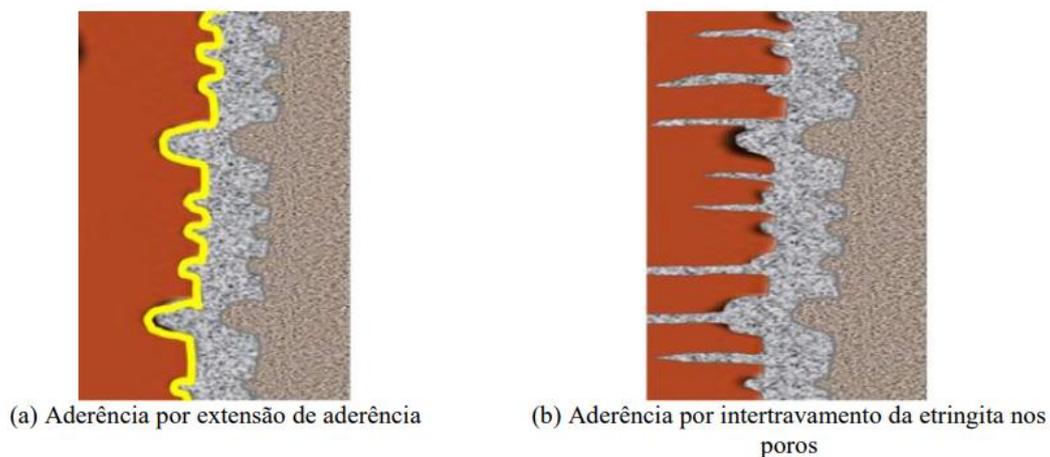
A porosidade refere-se ao tamanho e volume dos poros que influenciam diretamente na resistência mecânica do substrato, determinando a capacidade de retenção de líquido e sua facilidade de circulação no bloco.

A água entra nos poros do substrato quando a atração pela superfície dos poros supera a atração água-água. Desta forma, a argamassa fresca flui dos poros com maior diâmetro para os de menor (CARASEK, 2010).

Uma vez que ocorre a sucção do substrato, a mistura passa a perder água tanto para o bloco quanto para o ambiente por meio da evaporação, sendo estes os motivos da retração em argamassa de revestimentos (KOPPSCHITZ et al., 1997).

A aderência da argamassa endurecida se dá pela penetração da pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros ou entre as rugosidades da base de aplicação ao substrato, portanto é um fenômeno totalmente mecânico, como apresenta a Figura 5 (STOLZ; MASUERO; KIRCHHEIM, 2016).

Figura 5: Mecanismo de aderência mecânica da argamassa



FONTE: (PEREIRA; SILVA; COSTA, 2013)

Na prática, nenhuma superfície de substrato é completamente lisa, logo, há uma certa rugosidade que aumenta a aderência através do intertravamento mecânico. A rugosidade influencia também nas propriedades termodinâmicas da superfície em relação à alteração do ângulo de contato, uma vez que o aumento

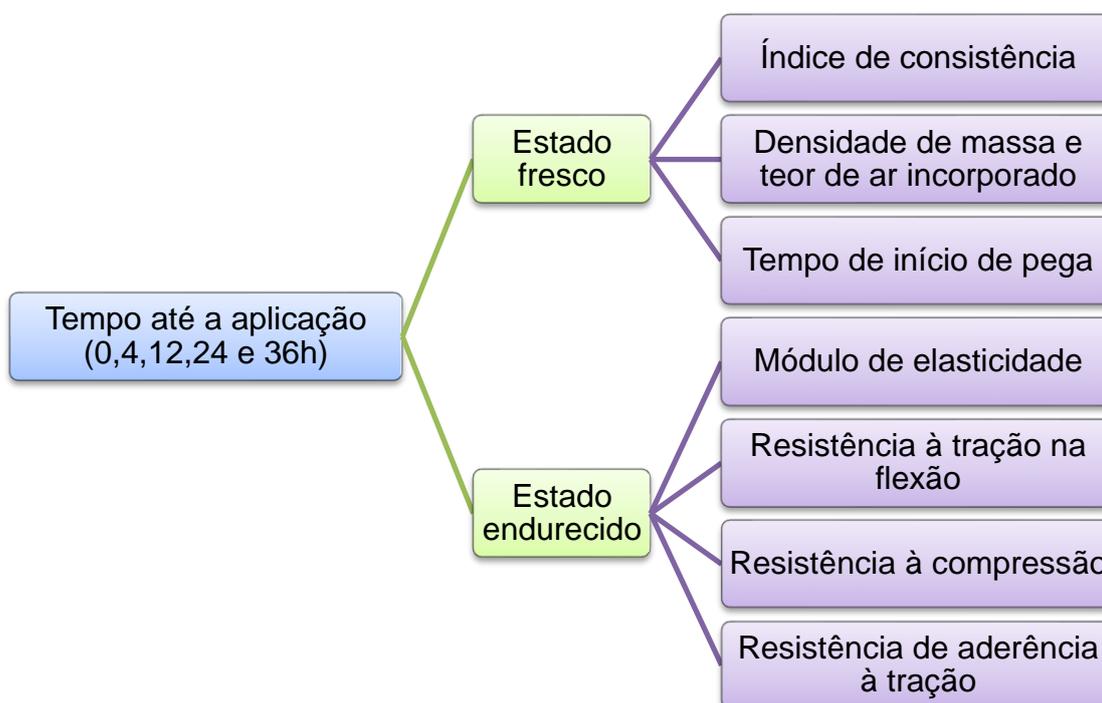
desta característica é diretamente proporcional a dispersão do líquido pela superfície sólida (COURARD; NELIS, 2003).

Desta forma, a absorção das paredes de alvenaria de blocos através da consideração do fluxo de água pode interferir diretamente no mecanismo de aderência dos revestimentos de argamassa onde há a penetração dos materiais aglomerantes nos poros e cavidades da base (SCARTEZINI et al., 2002).

5 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo serão apresentados os métodos utilizados para a realização dos ensaios e o material utilizado para o estudo da argamassa estabilizada. O fluxograma da Figura 6 apresenta um resumo das etapas propostas neste trabalho. Além disso, os ensaios serão classificados de acordo com os critérios e requisitos da NBR 13281 (ABNT, 2005a).

Figura 6: Fluxograma do planejamento experimental.



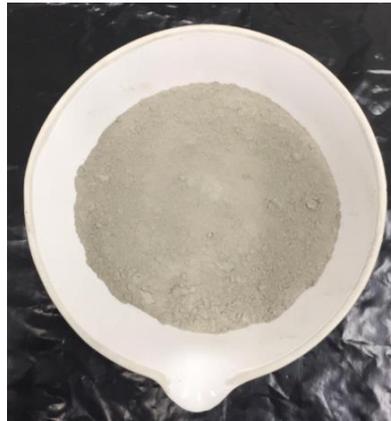
FONTE: As autoras

O objetivo desta metodologia é simular em laboratório as variações que a argamassa sofre ao longo do tempo (0h, 4h, 12h, 24h e 36h), aqui nomeado de tempo até a aplicação.

5.1 Cimento Portland

O cimento utilizado neste estudo é o CP II E 40 (Figura 7), ou seja, sua composição é de clínquer, gesso e escória. Este material foi fornecido pela empresa Votorantim Cimentos Brasil.

Figura 7: Cimento Portland II E 40



Fonte: As autoras

5.5.1 Massa Específica

Determinou-se a massa específica do material conforme a NBR 16605 (ABNT, 2017a).

O ensaio foi realizado com o frasco volumétrico de Le Chatelier, que foi preenchido com querosene até a marca inicial e colocado em banho de água, de forma a obter-se a primeira leitura (V_1). Em seguida, tomou-se uma amostra de 60 g de cimento e inseriu-a aos poucos no frasco provocando deslocamento do líquido, colocou-se o frasco novamente em banho de água e obteve-se a segunda leitura (V_2).

Assim, calculou-se a massa específica do material pela equação 1:

$$\rho = \frac{m}{V_2 - V_1} = \frac{m}{V} \left[\frac{g}{cm^3} \right] \quad (\text{Equação 1})$$

Onde,

ρ = massa específica do material ensaiado;

m = massa do material ensaiado, em gramas;

V = volume deslocado pela massa do material ensaiado ($V_2 - V_1$), em centímetros cúbicos.

Obtendo assim $\rho_{cimento} = 3,02 \text{ g/cm}^3$.

5.5.2 Massa unitária

Para determinação da massa unitária do cimento, utilizou-se a norma que determina as propriedades do gesso, NBR 12127 (ABNT, 2019c).

Primeiramente, determinou-se a massa e o volume do recipiente cilíndrico (Figura 8), no qual foi despejado o cimento através de um funil metálico, então rasou-se a superfície e repetiu-se o procedimento três vezes.

Figura 8: Determinação da massa unitária do cimento



Fonte: As autoras

A massa unitária foi determinada pela equação 2:

$$\text{Mu} = \frac{M}{V} \times 1000 \quad \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

M_u = massa unitária, em quilogramas por metro cúbico.

M = massa do cimento, em gramas.

V = volume do recipiente, em centímetro cúbico.

Obtendo assim, $M_u=815,68 \text{ kg/m}^3$.

5.2 Agregado miúdo

O agregado miúdo utilizado foi a areia quartzosa (Figura 9) fornecida pela empresa Votorantim Cimentos Brasil.

Figura 9: Areia quartzosa



Fonte: As autoras

5.2.1 Massa específica

A massa específica da areia foi determinada pelo frasco de Chapman, conforme NBR NM 52 (ABNT, 2003a).

Despejou-se cuidadosamente 500 g da areia no frasco, que foi então preenchido com água e agitado de forma a eliminar todas as bolhas de ar. Então, o frasco foi deixado em repouso e obteve-se a primeira leitura, que determina o volume.

Efetou-se outras três determinações (Figura 10) e eliminou-se a medida com maior discrepância de valor.

Figura 10: Leitura final do nível atingido pela água no frasco Chapman



Fonte: As autoras

A massa específica da areia é calculada mediante a expressão 3:

$$\gamma_{areia} = \frac{500}{L - 200} \text{ [g/cm}^3\text{]} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde,

γ = massa específica do agregado miúdo;

L = leitura do frasco (volume ocupado pelo conjunto água-agregado miúdo).

Assim, $\gamma_{areia} = 2,646 \text{ g/cm}^3$.

5.2.2 Massa unitária

A determinação da massa unitária da areia é feita conforme NBR NM 45 (ABNT, 2006).

Determinou-se a massa e o volume do recipiente cilíndrico, no qual foi despejada a areia peneirada, então rasou-se a superfície e repetiu-se o procedimento três vezes (Figura 11).

Figura 11: Determinação da massa unitária do agregado miúdo



Fonte: As autoras

Para calcular a massa unitária da areia, utilizou-se a equação 4:

$$\rho_{ap} = \frac{m_{ar} - m_r}{V} \quad \left[\frac{kg}{m^3} \right] \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

ρ_{ap} = massa unitária do agregado, em quilogramas por metro cúbico;

m_{ar} = massa do recipiente mais o agregado, em quilogramas;

m_r = massa do recipiente vazio, em quilogramas;

V = volume do recipiente, em metros cúbicos

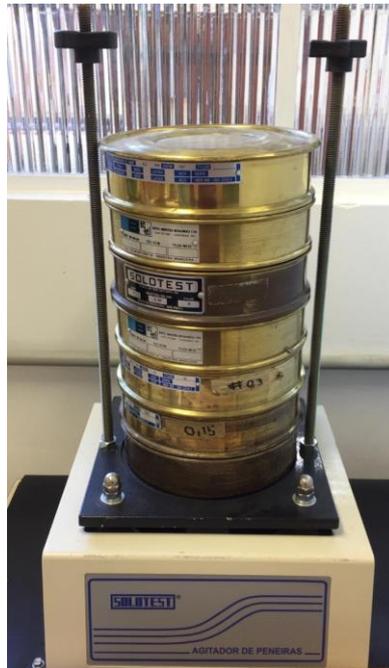
Então, $\rho_{areia} = 1490 \text{ kg/m}^3$.

5.2.3 Determinação da composição granulométrica

Realizou-se o ensaio de determinação da composição granulométrica da areia quartzosa conforme NBR NM 248 (ABNT, 2003b).

Amostras do agregado foram coletadas, secas em estufas e esfriadas à temperatura ambiente, determinando suas massas em seguida. Então, encaixaram-se as peneiras de modo a formar um único conjunto com abertura de malha em ordem crescente da base ao topo (Figura 12).

Figura 12: Peneiramento da amostra de agregado miúdo



Fonte: As autoras

Enfim, colocou-se a amostra do material sobre a peneira superior e promoveu-se a agitação mecânica do conjunto por cerca de 15 minutos. Por fim, retirou-se o material retido em cada peneira com auxílio do pincel e o pesou determinando a massa total de material retida e acumulada.

O módulo de finura foi determinado somando as porcentagens retidas acumuladas e dividida por 100, obtendo assim o valor de 1,14.

Além disso, a dimensão máxima característica pode ser determinada, segundo a mesma norma, como a porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% da massa, então para o agregado em questão a dimensão máxima é de 2,4 mm.

5.3 Aditivos

5.3.1 Incorporador de ar

O aditivo incorporador de ar utilizado é o PowerMix 411 produzido pela MC Bauchemie. Este aditivo permite que a quantidade de ar se mantenha estável por até 72 horas (Figura 13).

Figura 13: Aditivo incorporador de ar



Fonte: As autoras

5.3.2 Aditivo estabilizador de hidratação

O aditivo estabilizador de hidratação utilizado é o PowerMix Retard 225 produzido pela MC Bauchemie. Este aditivo permite a estabilização da argamassa por até 72 horas (Figura 14).

Figura 14: Aditivo estabilizador de hidratação

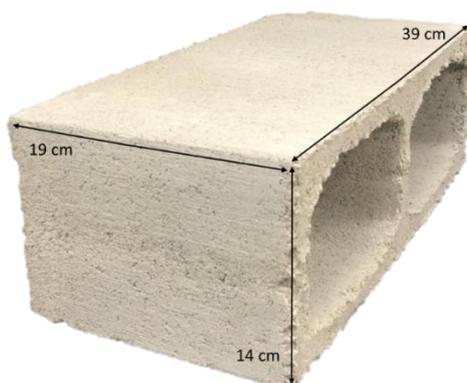


Fonte: As autoras

5.4 Substrato

Os substratos utilizados no estudo foram blocos de vedação de concreto (Figura 15) medindo 14x19x39 cm e de cerâmica (Figura 16) medindo 11,5x14x24 cm.

Figura 15: Bloco de concreto



Fonte: As autoras

Figura 16: Bloco cerâmico



Fonte: As autoras

5.4.1 Avaliação de absorção do substrato

Conforme as normas NBR 12118 (ABNT, 2013b) e NBR 15270 (ABNT, 2017b) para a determinação da absorção dos substratos deve-se manter as unidades no ambiente do laboratório por 24 h, sendo então pesadas, levando em seguida os corpos-de-prova para a estufa a cerca de 110 °C para que a massa da amostra seca (m_1) seja determinada. Depois, os blocos devem ficar expostos à temperatura ambiente até o equilíbrio com a mesma para que então sejam imergidos em água (23 °C) durante 24 h. Cada unidade deve ser pesada em condição saturada com superfície seca (m_2). A absorção (a) é calculada conforme Equação 5.

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \quad (\text{Equação 5})$$

No caso dos blocos de concreto os resultados devem ser verificados conforme a NBR 6136 (ABNT, 2016a), a qual determina que a média do índice de absorção deve ser $\leq 6\%$ para blocos Classe A, $\leq 8\%$ para blocos Classe B e $\leq 10\%$ para blocos Classe C.

Já para os blocos cerâmicos índice de absorção de água não deve ser inferior a 8% nem superior a 22%.

5.5 Traço da argamassa e mistura

Para definir o traço inicial da argamassa, partiu-se de um de traço adaptado de Nunes (2010), que especifica o consumo de materiais por volume de argamassa produzida. O traço se dá por 1:5,75:1 (cimento : areia : água) e concentrações variadas de aditivos incorporador de ar e estabilizador de pega. Desta forma, escolheu-se este traço como base devido à granulometria do agregado miúdo, uma vez que apresenta semelhança relevante com a do agregado miúdo utilizado nesse trabalho. Sendo assim, o traço final foi definido como 1:5,9:1:0,003:0,004 (cimento : areia : água : aditivo incorporador de ar : aditivo estabilizador).

Realizou-se o preparo da mistura da argamassa conforme NBR 16541 (ABNT, 2016b).

5.6 Propriedades da argamassa no estado fresco

5.6.1 Índice de consistência

O índice de consistência segue a NBR 13276 (ABNT, 2016c), em que o molde troncônico é preenchido com argamassa em três camadas de espessura similar, adensadas com auxílio de um soquete metálico. Após isto, remove-se o molde e realiza-se 30 quedas na mesa de fluidez (Figura 17) durante 30 segundos. Este ensaio foi realizado conforme os tempos de preparo da argamassa e os resultados de índice de consistência das mesmas, são dados pela média aritmética de três medições do diâmetro.

Figura 17: Mesa de fluidez (FLOW-TABLE)



Fonte: As autoras

5.6.2 Densidade de massa e teor de ar incorporado

A densidade de massa e o teor de ar incorporado foram obtidos pelo método gravimétrico através da NBR 13278 (ABNT, 2005b).

Primeiramente a avaliação da densidade de massa foi efetuada através da NBR 13278 (ABNT, 2005b). Colocou-se a argamassa no recipiente cilíndrico, aplicando a mistura em três camadas iguais e após a aplicação de cada uma delas, efetuaram-se 20 golpes. Com o recipiente já preenchido, efetuaram-se 3 quedas do mesmo, pesando-o posteriormente (Figura 18).

Repetiu-se o procedimento para todos os tempos de preparo da argamassa.

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

Tabela 1: Classificação 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: NBR 13281,(ABNT, 2005a)

Figura 18: Recipiente cilíndrico com argamassa



Fonte: As autoras

Após a realização do ensaio, calcula-se a densidade de massa (d) da argamassa no estado fresco a partir da Equação 6.

$$d = \frac{m_c - m_v}{v_r} \times 1000 \left[\frac{kg}{m^3} \right] \quad (\text{Equação 6})$$

Em seguida, determinou-se a massa específica da argamassa anidra (γ_s). Neste estudo, este valor foi obtido a partir do ensaio semelhante ao realizado para o cimento com o frasco de Le Chatelier.

Desta forma, determinou-se a densidade de massa teórica da argamassa (d_t), conforme Equação 7.

$$d_t = \frac{m_s + m_{\text{água}}}{\frac{m_s}{\gamma_s} + m_{\text{água}}} \left[\frac{g}{m^3} \right] \quad (\text{Equação 7})$$

Onde,

m_s : massa da argamassa anidra, em gramas;

$m_{\text{água}}$: massa de água da argamassa fresca.

Com todos esses parâmetros definidos, foi possível calcular o teor de ar incorporado (A), em porcentagem, pela Equação 8:

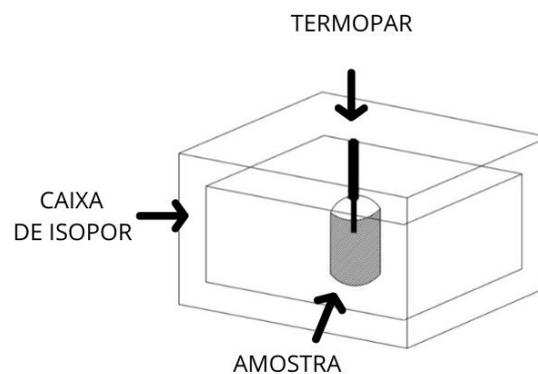
$$A = 100 \times \left(1 - \frac{d}{d_t} \right) \quad (\text{Equação 8})$$

5.6.3 Tempo de início de pega

O único método normatizado no Brasil pela NBR NM 9 (ABNT, 2003c) para determinação do início de pega é efetuado por penetração na mistura em seu estado fresco.

Outro método utilizado visando principalmente o monitoramento de temperatura é o método semi-adiabático, na argamassa ainda fresca conforme esquema apresentado na Figura 19.

Figura 19: Determinação do início de pega



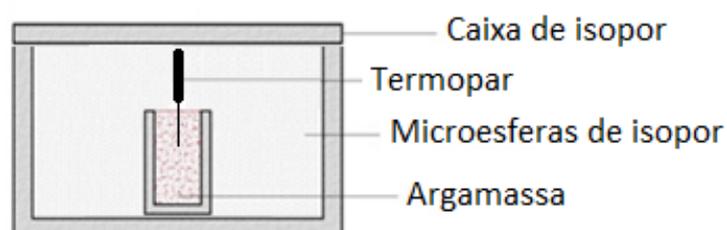
Fonte: As autoras

Para este estudo, utilizou-se o método de calorimetria com o auxílio de um termopar para medir a temperatura de uma amostra da mistura em função do tempo. O experimento teve a duração de quatro dias, registrando-se as medidas a cada 30 segundos.

Para introduzir o aparelho Termopar na argamassa, utilizou-se um pequeno tubo de cobre preenchido com vaselina, evitando-se, assim, seu contato direto com a mistura.

Para não haver troca de temperatura entre o ambiente e o corpo de prova, utilizou-se uma caixa de isopor e microesferas do mesmo material como mostrado esquematicamente na Figura 20.

Figura 20: Esquema do ensaio de tempo de calorimetria



Fonte: As autoras

Após o término do ensaio, realizou-se a leitura dos resultados através do software Excel.

5.7 Propriedades da argamassa no estado endurecido

No estado endurecido foram realizados ensaios de resistência à tração na flexão, resistência à compressão, módulo de elasticidade e resistência de aderência à tração.

5.7.1 Resistência à tração na flexão e compressão

Para a realização destes ensaios moldaram-se corpos de prova prismáticos com dimensões de 40x40x160 mm (Figura 21) para cada tempo de preparo da mistura. As moldagens desses corpos de prova foram realizadas em três

camadas equivalentes da amostra e 30 quedas na mesa de adensamento conforme NBR 13279 (ABNT, 2005).

Figura 21: Corpos de prova

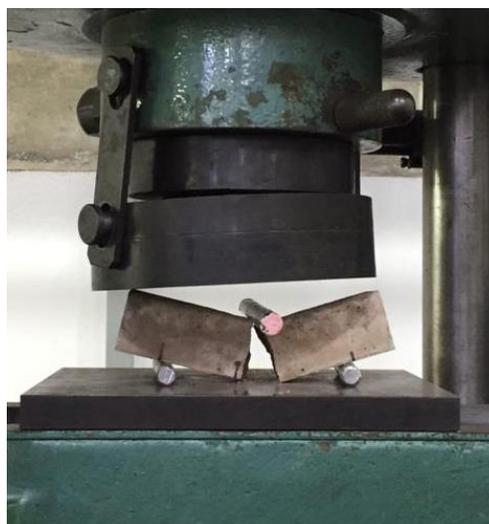


Fonte: As autoras

Os corpos de provas foram desmoldas após quatro dias, garantindo que o manuseio deles fosse possível, enquanto a cura destes ocorreu em câmara úmida.

Realizaram-se os ensaios conforme NBR 13279 (ABNT, 2005). Para o ensaio de tração na flexão utilizou-se o corpo de prova por inteiro (Figura 22), enquanto no de compressão cada uma das metades foi rompida separadamente (Figura 23) ambos numa prensa com incremento de força de aproximadamente 50 N/s.

Figura 22: Corpo de prova - ensaio de tração à flexão



Fonte: As autoras

Figura 23: Corpo de prova – após ensaio de compressão



Fonte: As autoras

A classificação dos resultados referentes à resistência à tração na flexão é descrita na Tabela 2, conforme NBR13281 (ABNT, 2005a).

Tabela 2: Classificação quanto a 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: NBR 13281, (ABNT, 2005a)

A classificação dos resultados referentes à resistência à compressão é descrita na Tabela 3, conforme NBR 13281 (ABNT, 2005a).

Tabela 3: Classificação quanto a 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	$> 8,0$

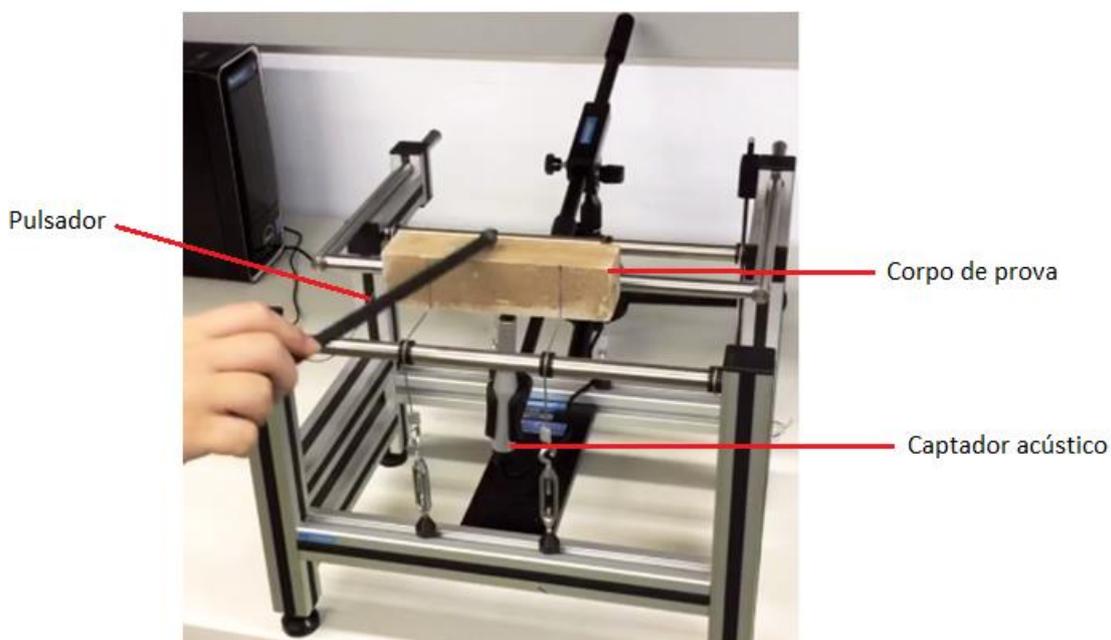
Fonte: NBR 13281, (ABNT, 2005a)

5.7.2 Módulo de elasticidade dinâmico

O ensaio do módulo de elasticidade dinâmico foi realizado através da técnica de excitação por impulso determinado conforme ASTM E1876 (ASTM, 2015), utilizando o software Sonelastic.

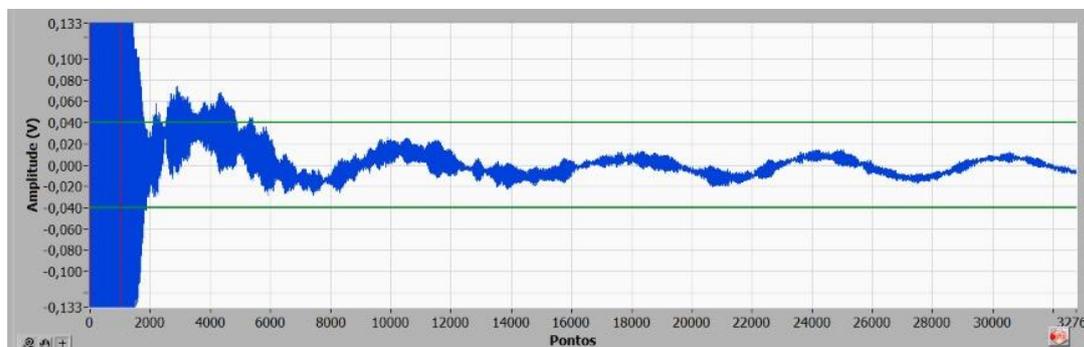
Posicionou-se o corpo de prova no captador acústico (Figura 24), aplicando-se em seguida, um golpe de forma a obter o módulo de elasticidade, por meio da vibração gerada, apresentado no software do próprio sistema (Figura 25).

Figura 24: Ensaio do módulo de elasticidade



Fonte: As autoras

Figura 25: Exemplo de leitura de vibração pelo sistema Sonelastic



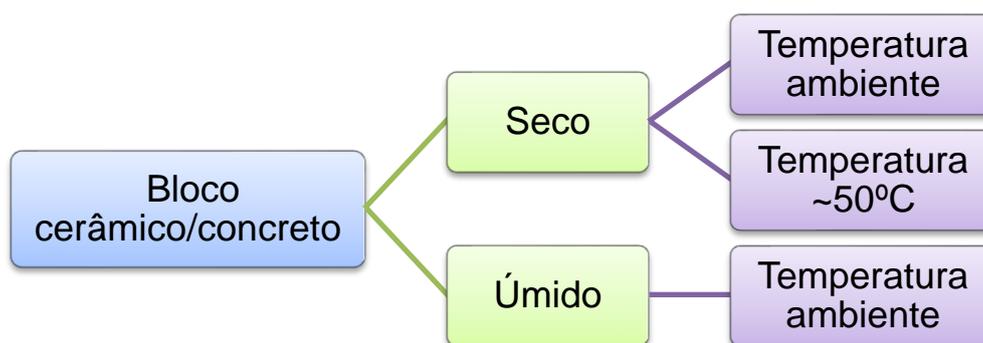
Fonte: As autoras

O procedimento foi repetido para os 3 corpos de prova de cada tempo de preparo da argamassa.

5.7.3 Resistência de aderência à tração

Para o ensaio de resistência de aderência à tração, desenvolveu-se o fluxograma da Figura 26 para apresentar as diferentes condições dos substratos em que a argamassa será aplicada para a análise do seu comportamento.

Figura 26: Fluxograma das condições dos substratos da argamassa em seu estado endurecido



Fonte: As autoras

Para determinar a temperatura da superfície dos substratos após a exposição ao sol em um dia quente, utilizou-se um termômetro digital com infravermelho. A temperatura ambiente no dia de medição foi de 34 °C na cidade de São Paulo e as maiores temperaturas obtidas foram de 48,9 °C na face do bloco de concreto e 52,7 °C na face do bloco cerâmico.

Sendo assim, adotou-se uma temperatura padrão de 50 °C para a aplicação da argamassa em ambos os substratos controlada dentro da estufa (Figura 27).

Figura 27: Estufa para aquecimento de blocos



Fonte: As autoras

Para as variações de umidade, os blocos foram submersos em água por 24 horas (Figura 28) de modo que um dia chuvoso fosse simulado.

Figura 28: Blocos submergidos em água



Fonte: As autoras

A aderência é a propriedade do revestimento de argamassas de absorver as tensões normais ou tangenciais na superfície de interface com o abstrato (CARASEK, 2007). A aplicação da argamassa no substrato foi realizada conforme a NBR 15258 (ABNT, 2005d). Fôrmas de madeira foram utilizadas como gabaritos para auxiliar na realização do ensaio afim de padronizar a espessura de aplicação do material definida em 3 cm, como demonstrado na Figura 29.

Figura 29: Gabarito com argamassa aplicada sobre substrato

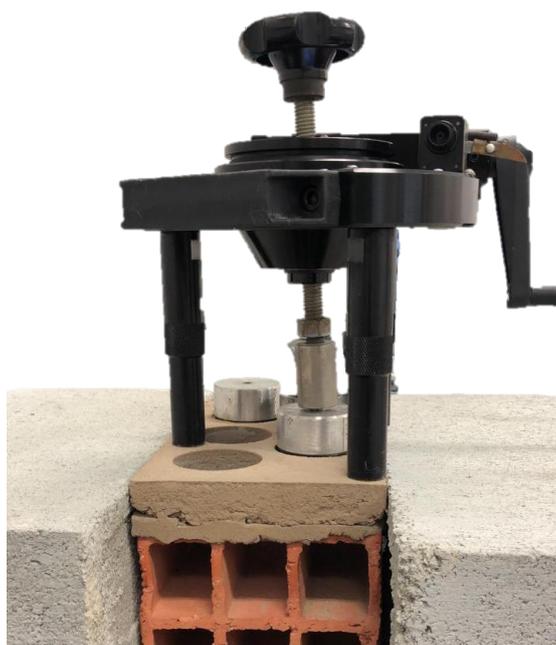


Fonte: As autoras

Após 28 dias da aplicação do revestimento nos blocos, os furos foram produzidos a úmido, com o auxílio de uma furadeira de bancada com serra circular.

As pastilhas metálicas foram coladas passadas 24 horas do corte, de modo a garantir a secagem do material, primeiramente, por meio de uma mistura de resina, porém os primeiros corpos de provas sofreram falha na colagem, e assim, optou-se por utilizar massa plástica para os demais blocos. Já a extração dos corpos de prova, se deu pelo arrancamento dos mesmos com uma taxa de (250 ± 50) N/s até a ruptura através do dinamômetro de tração (Figura 30).

Figura 30: Dinamômetro de tração



Fonte: As autoras

6 RESULTADOS

Este tópico apresenta os resultados obtidos a partir dos ensaios realizados com a argamassa estabilizada no estado fresco e endurecido.

Através destes resultados, foi possível analisar e avaliar o real comportamento da argamassa estabilizada.

6.1 Substrato

Para determinar a absorção dos substratos, utilizou-se 2 blocos cerâmicos e 2 blocos de concreto e a média de suas características de absorção (a) apresentam-se na Tabela 4.

Tabela 4: Média da absorção dos blocos

BLOCO	m_s (Kg)	m_u (Kg)	a (%)
Cerâmico	2,06	2,46	19,42%
Concreto	9,74	10,675	9,60%

FONTE: As autoras

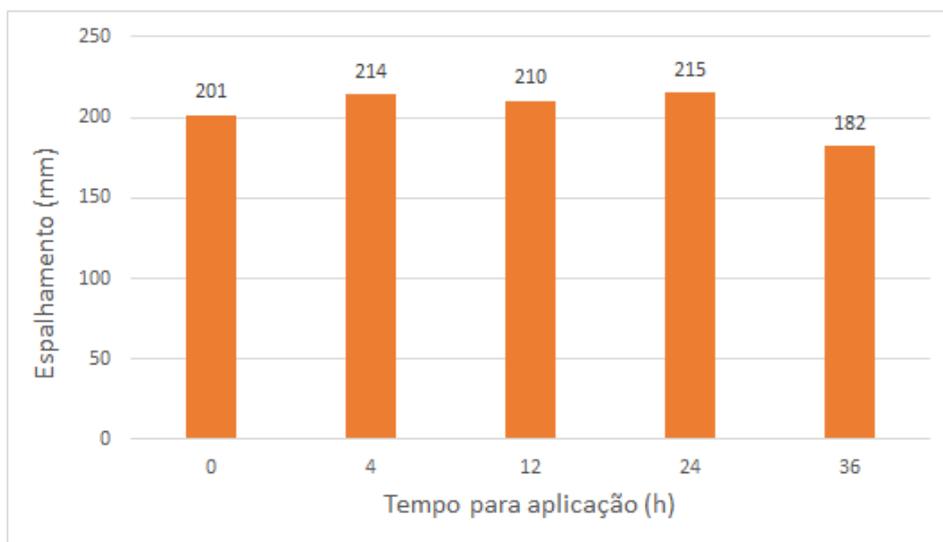
No caso dos blocos de concreto, os mesmos classificam-se Classe C ($a \leq 10\%$) enquanto os blocos cerâmicos apresentam-se dentro do intervalo estabelecido por norma de 8% a 22%.

6.2 Propriedades no estado fresco

6.2.1 Índice de consistência

A Figura 31 apresenta os valores dos índices de consistência da argamassa em função do tempo de aplicação.

Figura 31: Gráfico da variação do índice de consistência em função do tempo



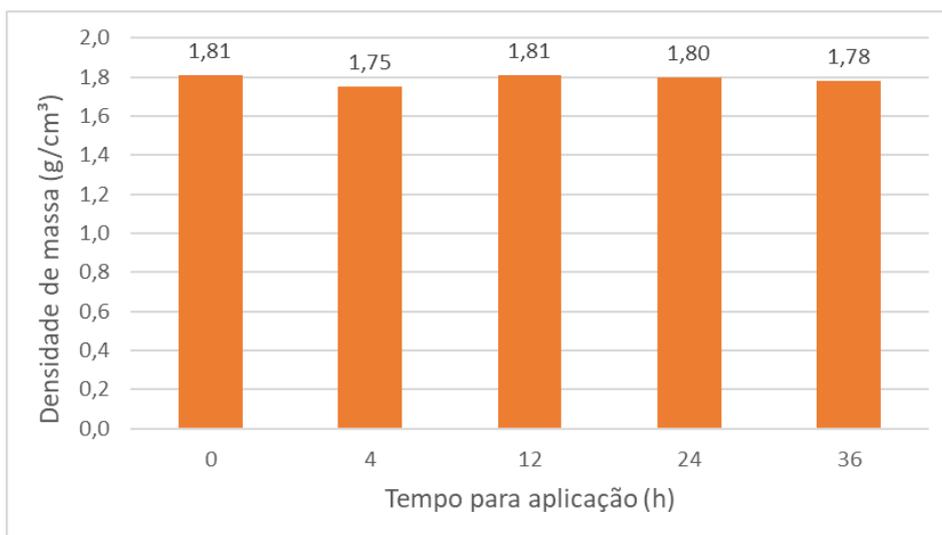
Fonte: As autoras

O índice de consistência obtido não sofreu grande variação em relação ao tempo de aplicação da argamassa estabilizada, com exceção do tempo de 36 horas, que ocorreu uma pequena perda de consistência, cerca de 9,45% entre 0 e 36 horas indicando que o cimento já iniciou suas reações de hidratação. A média do índice de consistência é de 204 mm, logo, a trabalhabilidade não foi alterada de forma discrepante.

6.2.2 Densidade de massa e teor de ar incorporado

Os resultados da densidade de massa das argamassas no estado fresco em função do tempo para aplicação estão apresentados na Figura 32.

Figura 32: Gráfico da densidade de massa em função do tempo



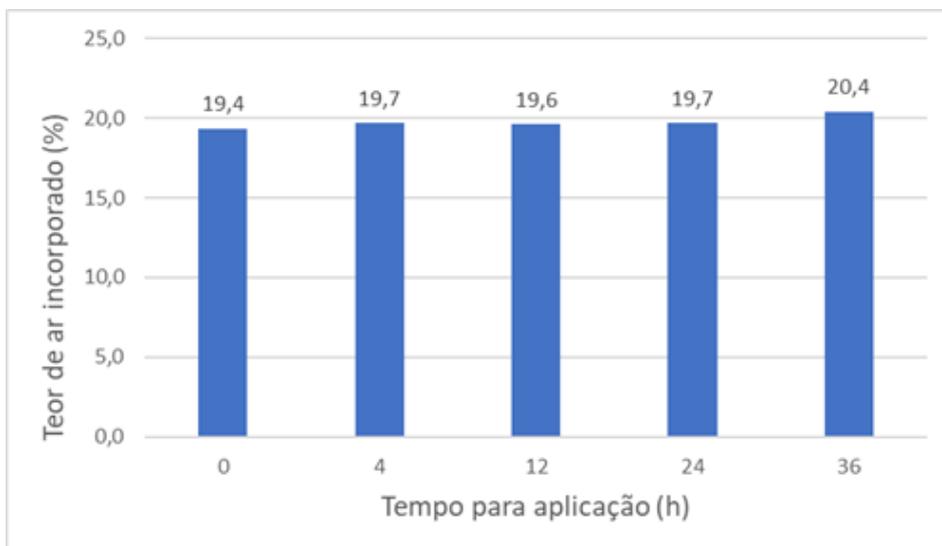
Fonte: As autoras

Nota-se que a densidade de massa se manteve praticamente inalterada durante o tempo, acarretando um valor médio de 1,79 g/cm³.

É possível classificar a argamassa como D4 conforme NBR 13281 (ABNT, 2005a) descrita na Tabela 1 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, a partir da média encontrada dos resultados da densidade de massa.

O teor de ar incorporado na argamassa em função do tempo é apresentado na Figura 33.

Figura 33: Gráfico da variação do teor de ar incorporado em função do tempo



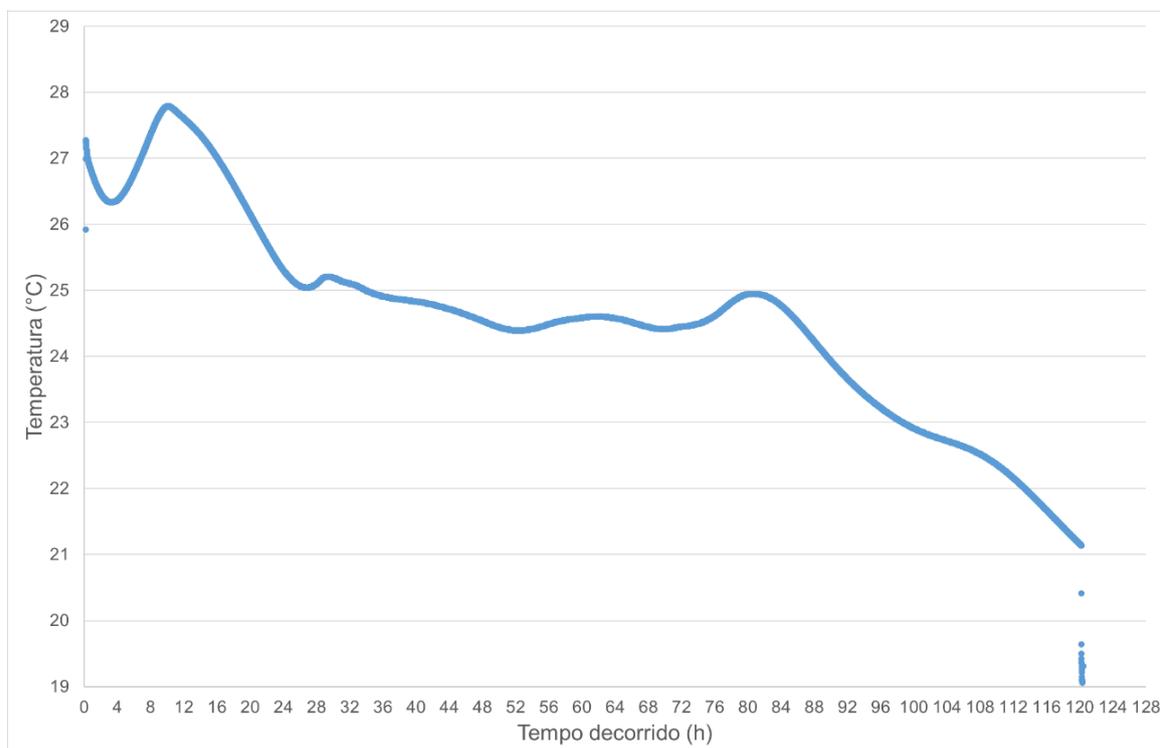
Fonte: As autoras

A partir do gráfico de variação do teor de ar incorporado, notou-se que a mesma apresentou certa uniformidade em seus valores em relação ao tempo para aplicação, com média de 19,8%. De forma geral, pode-se afirmar que os valores de teor de ar incorporado foram semelhantes, com um pequeno aumento no tempo de 36 horas.

6.2.3 Tempo de início de pega

O preparo da argamassa foi realizado em temperatura ambiente e logo foi introduzido o aparelho Termopar que gera o gráfico a seguir, Figura 34, que apresenta a variação de temperatura da argamassa em seu estado fresco em função do tempo.

Figura 34: Gráfico de variação de temperatura



Fonte: As autoras

Através da análise do gráfico obtido da variação de temperatura da argamassa estabilizada quando mantida sem uma película de água, foi possível notar que o início de pega se deu no mesmo dia, cerca de 3 horas e 30 minutos após a mistura, com cerca de 26,34 °C, portanto se passaram por volta de 4h desde o preparo da argamassa até que o processo de hidratação começasse. O maior pico obtido neste ensaio ocorreu aproximadamente 12 horas após a mistura, com

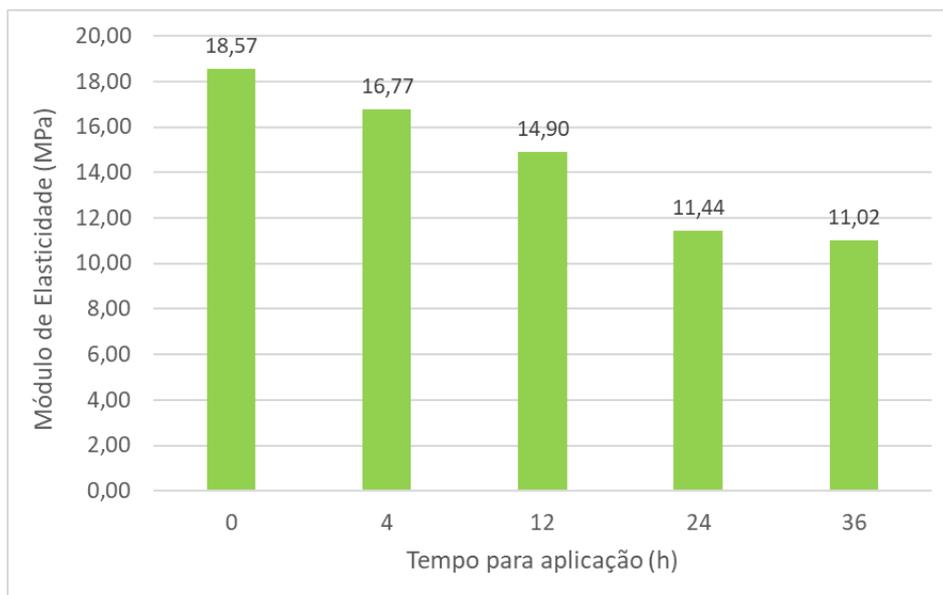
uma temperatura de 27,79 °C, que consiste no fim do tempo de pega, ocorrendo cerca de 10h após o preparo da argamassa. O último pico representado no gráfico refere-se à temperatura ambiente. Apesar dos ensaios no estado fresco apresentarem pouca variação na trabalhabilidade da mistura, percebe-se que a cura da argamassa estabilizada sem a lâmina de água ocorreu bem antes de 36h. Sendo assim, é possível concluir que a camada d'água influencia diretamente na argamassa para que ela se mantenha trabalhável por até o intervalo de 24 a 36 horas após o seu preparo.

6.3 Propriedades no estado endurecido

6.3.1 Módulo de elasticidade

A Figura 35 apresenta o módulo de elasticidade determinado através do ensaio de excitação por impulso.

Figura 35: Módulo de elasticidade dinâmico ao longo de 36 h.



Fonte: As autoras

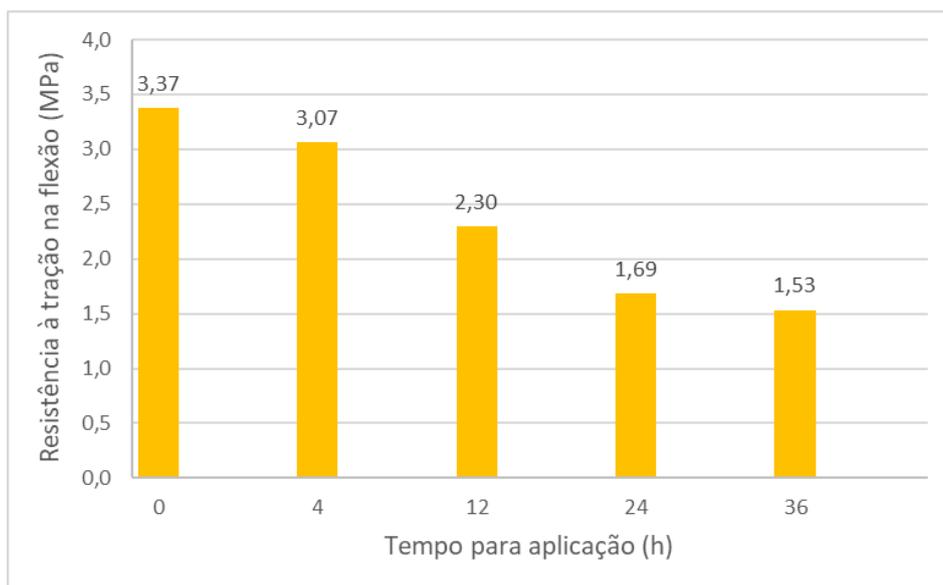
O módulo de elasticidade determina a máxima tensão que pode ser aplicada ao material sem que este sofra deformações permanentes. Ou seja, este estudo mostrou que a tensão máxima admissível é reduzida ao longo do tempo como mostra a figura acima. Sendo que o tempo de 36h apresentou uma redução de

aproximadamente 60% da capacidade admissível em relação ao tempo de 0h e o valor médio obtido é de 14,54 MPa.

6.3.2 Resistência à tração na flexão

A Figura 36 apresenta os valores da resistência à tração na flexão, determinados através da norma NBR 13279 (ABNT, 2005c).

Figura 36: Resistência à tração na flexão



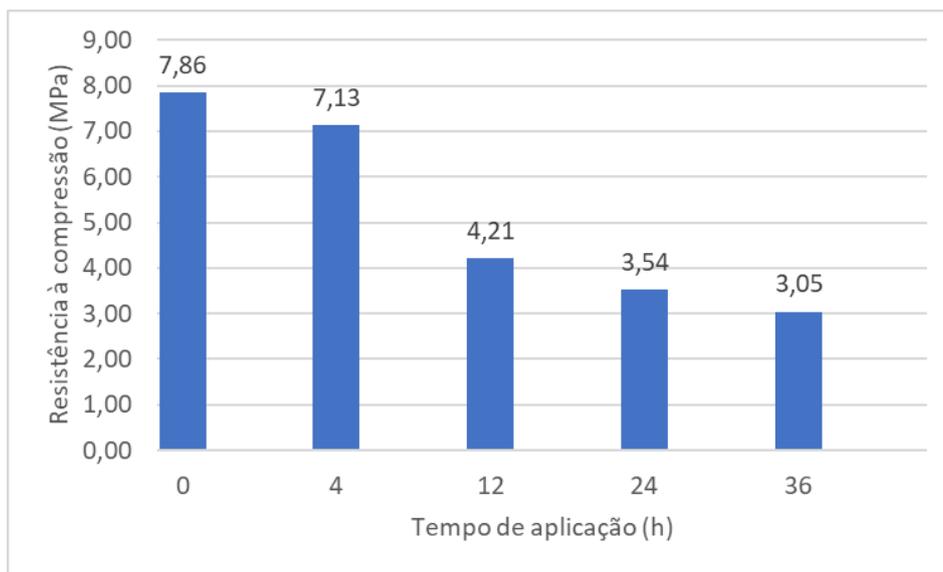
Fonte: As autoras

Analisando a Figura 36, nota-se que após as 36 horas houve uma redução de aproximadamente 54,5% da resistência à tração na flexão e o valor médio obtido foi de 2,39 MPa, podendo classificar as argamassas dos tempos de 0 e 4 horas como R5 e as dos tempos de 12, 24 e 36 horas como classe R3.

6.3.3 Resistência à compressão

A Figura 37 mostra os valores da resistência à compressão obtidos através da norma NBR 13279 (ABNT, 2005c).

Figura 37: Resistência à compressão



Fonte: As autoras

Ao longo do tempo de 36 h a resistência à compressão reduziu cerca de 61,2%. O valor médio foi de 5,16 MPa, portanto, obtém-se a classe P5 para os tempos de 0 e 4 horas e a classe P3 para os tempos de 12, 24 e 36 horas conforme NBR 13281 (ABNT, 2005a), descrita na Tabela 3.

6.3.4 Resistência de aderência à tração

Segundo a NBR 15258 (ABNT, 2005d) as rupturas poderiam ocorrer no substrato, no contato substrato - argamassa, na argamassa ou na cola.

A Figura 38 demonstra o estado da pastilha quando ocorre falha na colagem.

Figura 38: Falha na colagem



Fonte: As autoras

A Figura 41 apresenta a ruptura ocorrida no substrato, indicando que a resistência da argamassa e a resistência de aderência entre a argamassa e o substrato são maiores do que a resistência do bloco.

Figura 39: Rompimento no substrato



Fonte: As autoras

Já a Figura 41 representa o rompimento na superfície de contato entre o substrato e argamassa, o que significa que a resistência de aderência na interface é maior que a resistência do bloco e da argamassa.

Figura 40: Rompimento na superfície de contato entre o substrato e a argamassa



Fonte: As autoras

Por fim, a Figura 41 apresenta o rompimento na argamassa, indicando que sua resistência foi inferior em relação à resistência de aderência da zona de interface da argamassa e a resistência do substrato.

Figura 41: Rompimento na argamassa



Fonte: As autoras

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos nos ensaios de aderência à tração realizados a partir da norma citada a cima, sendo considerado RC quando os corpos de prova sofreram ruptura no corte, DT quando a argamassa descolou totalmente do substrato e por fim, quando se obteve menos de 5 valores o resultado foi considerado inválido (INV).

Tabela 5: Resistência de aderência à tração

RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO (MPa)						
TEMPO (h)	ÚMIDO		QUENTE		TEMPERATURA AMBIENTE	
	CERÂMICA	CONCRETO	CERÂMICA	CONCRETO	CERÂMICA	CONCRETO
0	0,17	0,27	INV	0,42	0,23	0,4
4	RC	INV	0,13	INV	0,21	INV
12	INV	INV	INV	0,27	INV	Descartado
24	RC/DT	0,24	INV	0,20	0,21	0,25
36	DT	0,13	DR	0,26	DT	RC

FONTE: As autoras

A resistência de aderência à tração apresentou valores inválidos para todos os blocos de concreto no tempo de 4 horas, para quase todos os blocos no tempo de 12 horas, exceto os de concreto quente, e para o bloco de cerâmica de 24 horas quente. O bloco de concreto na temperatura ambiente de 12 horas apresentou valores abaixo da resistência mínima definida por norma. Já os corpos de prova do bloco de cerâmica úmido de 4 e 24 horas e o bloco de concreto na temperatura ambiente de 36 horas, sofreram arrancamento já na fase de realização dos cortes, enquanto nos blocos de cerâmica com o tempo de preparo de 36 horas, o revestimento se soltou por inteiro da base conforme Figura 42, provavelmente por conta da diminuição do índice de consistência que influenciou diretamente na aderência.

Figura 42: Descolamento total da argamassa



FONTE: As autoras

Além do valor da resistência de aderência à tração, é importante determinar o tipo de ruptura (Tabela 6), sendo considerado S/A quando a ruptura se deu na

interface substrato/argamassa, A quando ocorreu a ruptura na argamassa, F quando houve falha na colagem da peça metálica e por fim, S para rupturas no substrato.

Tabela 6: Percentual de ruptura

PERCENTUAL DE RUPTURA								
ÚMIDO								
TEMPO (h)	CERÂMICA				CONCRETO			
	S/A	S	F	A	S/A	S	F	A
0	100%	-	-	-	-	-	100%	-
4	100%	-	-	-	-	-	100%	-
12	-	-	100%	-	10%	-	40%	50%
24	100%	-	-	-	-	-	50%	50%
36	100%	-	-	-	70%	-	20%	10%
TEMPERATURA AMBIENTE								
TEMPO (h)	CERÂMICA				CONCRETO			
	S/A	S	F	A	S/A	S	F	A
0	40%	20%	-	40%	-	-	90%	10%
4	80%	10%	10%	-	30%	-	70%	-
12	90%	-	10%	-	20%	-	60%	20%
24	50%	-	10%	40%	-	-	30%	70%
36	80%	-	10%	10%	100%	-	-	-
AQUECIDO								
TEMPO (h)	CERÂMICA				CONCRETO			
	S/A	S	F	A	S/A	S	F	A
0	30%	20%	-	50%	-	-	10%	90%
4	100%	-	-	-	10%	-	60%	30%
12	90%	-	-	10%	10%	-	40%	50%
24	80%	-	-	20	-	-	-	100%
36	100%	-	-	-	60%	-	30%	10%

FONTE: As autoras

Segundo Carasek (2010), as rupturas podem ser divididas em 2 tipos. As coesivas e adesivas, sendo as coesivas rupturas que ocorrem no interior de algum material como substrato ou argamassa e as adesivas rupturas que ocorrem nas regiões de contato, neste caso entre a argamassa e o substrato. Quando comparado o tipo de ruptura com os valores de resistência, as rupturas adesivas devem apresentar valores mais elevados de resistência, pois há uma maior possibilidade de manifestação patológica futura.

Comparando os tipos de ruptura da (Tabela 6) com valores de resistência de aderência à tração (Tabela 5), nota-se que os maiores resultados foram obtidos

quando o rompimento ocorreu no interior do bloco cerâmico, ou seja, a resistência da argamassa e da interface superam a resistência desta base, principalmente quando se aplicou a argamassa em blocos de concreto aquecidos. Este bloco obteve resultados melhores uma vez que a rugosidade aumenta a aderência através do intertravamento mecânico.

Os resultados intermediários são observados no rompimento entre a argamassa e a base, onde a resistência destes materiais supera a resistência de aderência entre ambos ocorrendo principalmente quando se aplicou a argamassa em blocos de concreto aquecidos.

Já os menores valores de resistência de aderência ocorrem quando a falha é de coesão da argamassa, indicando que sua resistência é inferior à resistência do bloco cerâmico, além disso, inferior à resistência de aderência obtida na interface. Tal fato pode ter ocorrido por conta da baixa quantidade de cimento no traço, tornando a mistura pobre deste material e conseqüentemente mais pulverulenta de forma que a aderência fosse prejudicada. Outro fator que pode ter afetado os resultados é a cura, uma vez que foi realizada apenas a cura em temperatura ambiente, fazendo com que a argamassa perdesse sua umidade e, assim, sua coesão com o substrato onde foi aplicada.

Além disso, a absorção dos blocos pode ter interferido no mecanismo de aderência da mistura, já que os resultados obtidos no ensaio de absorção (Tabela 4), mostraram que a absorção do bloco de concreto é menor do que a absorção do bloco cerâmico, o que justifica a maior dificuldade de aderência das argamassas nos blocos cerâmicos, uma vez que o bloco possui a necessidade de absorver a água presente na mistura e reduzindo a capacidade de fixação desta.

7 ANÁLISE E CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar o comportamento da argamassa estabilizada em relação às condições do substrato, variando o tipo, a umidade e a temperatura e ao tempo decorrido entre o preparo e a aplicação.

Em relação aos resultados obtidos no estado fresco, notou-se que apesar da variação do tempo, a argamassa permaneceu trabalhável. Além disso, percebeu-se que com o aumento da densidade de massa, houve uma redução no teor de ar incorporado, o que é coerente, pois quanto menor o teor de ar incorporado, menor será o índice de vazios, sendo assim uma amostra mais densa.

Através dos valores obtidos para a resistência à tração na flexão e resistência à compressão, foi possível concluir que quanto maior o tempo para aplicação, menores são os resultados. Os valores de resistência à tração na flexão foram em média de 45,86% da resistência à compressão.

Sendo assim, este estudo revelou que a argamassa estabilizada manteve suas propriedades em seu estado fresco, mas não no estado endurecido, visto que houve variação do comportamento mecânico ao longo do tempo.

Por fim, concluiu-se que apesar dos valores da resistência de aderência à tração atenderem os requisitos presentes na norma, a aplicação da argamassa diretamente aos blocos não garantiu a aderência, uma vez que a argamassa se despreendeu totalmente de alguns blocos após a cura ou se despreendeu no momento do corte, ou seja, antes de iniciar o ensaio de aderência à tração.

Portanto, seria viável um novo estudo alterando a forma de aplicação para argamassa lançada por um profissional ou então alterando as condições do substrato, incluindo a utilização de chapisco antes da aplicação da argamassa.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. **E1876 - Dynamic Young's Modulus , Shear Modulus, and Poisson's Ratio by Impulse Excitation of Vibration.**Philadelphia, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisitos.**Rio de Janeiro, 2016a.

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

_____. **NBR 7215: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos.**Rio de Janeiro, 2019b.

_____. **NBR 11768: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos.**Rio de Janeiro, 2019a.

_____. **NBR 12118: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Métodos de ensaio.**Rio de Janeiro, 2013b.

_____. **NBR 12127: Gesso para construção civil – Determinação das propriedades físicas do pó.**Rio de Janeiro, 2019c.

_____. **NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Determinação do índice de consistência.**Rio de Janeiro, 2016c.

_____. **NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado.**Rio de Janeiro, 2005b.

_____. **NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.**Rio de Janeiro, 2005c.

_____. **NBR 13281:Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Requisitos.**Rio de Janeiro, 2005a.

_____. **NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas.**Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação.**Rio de Janeiro, 2013a.

_____. **NBR 15258: Argamassa para revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência potencial de aderência à tração.**Rio de Janeiro, 2005d.

_____. **NBR 15270: Componentes cerâmicos — Blocos e tijolos para alvenaria Parte 2: Métodos de ensaios.**Rio de Janeiro, 2017b.

_____. **NBR 16541: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Preparo da mistura para a realização de ensaios.**Rio de Janeiro, 2016b.

_____. **NBR 16605: Cimento Portland e outros materiais em pó — Determinação da massa específica.**Rio de Janeiro, 2017a.

_____. **NBR NM 9: Concreto e argamassa - Determinação dos tempos de pega por meio de resistência à penetração.**Rio de Janeiro, 2003c.

_____. **NBR NM 45: Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios.**Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR NM 52: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente.**Rio de Janeiro, 2003a.

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

BAUMGART, O. Aditivos para concretos, argamassas e caldas de cimento caldas de cimento. **Vedacit**, v. 12^a Ed., p. 24, 1999.

BENINI, H. R.; CINCOTTO, M. A. **Reaproveitamento do concreto fresco dosado em central com o uso de aditivo estabilizador de hidratação.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

BONIN, L.; KAZMIERCZAK, C. D. S.; MANSUERO, A. **Comentários sobre as normas brasileiras aplicáveis à produção de revestimento de argamassa.** Porto Alegre: Comunidade da construção, 2012. v. 1

CARASEK, H. **Argamassas** (G. C. Isaia, Ed.)**Materiais de construção civil.**IBRACON, , 2007.

CARASEK, H. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** 3^a ed. São Paulo: IBRACON, 2010.

CARDOSO, F. A.; PILEGGI, R. G.; JOHN, V. M. **Caracterização reológica de argamassa pelo método de squeeze-flow.** VI SBTA. **Anais...**2005

CASALI, J. M. et al. **Avaliação das propriedades do estado fresco e endurecido da argamassa estabilizada para revestimento.** IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. **Anais...**Belo Horizonte: 2011

CIMENTO MONTES CLAROS. Argamassa Estabilizada. p. 1–12, 2018.

COURARD, L.; NELIS, M. Surface analysis of mineral substrates for repair works: roughness evaluation by profilometry and surfometry analysis. **Magazine of Concrete Research**, v. 55, n. 4, p. 355–366, ago. 2003.

HERMANN, A.; ROCHA, J. P. D. A. **Pesquisa de viabilidade da utilização da argamassa estabilizada modificada para revestimento sem a necessidade de aplicação do chapisco.** Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

KEBHARD, J. M.; KAZMIERCZAK, C. D. S. **Avaliação do comportamento de**

uma argamassa estabilizada ao longo de seu tempo de estabilização. XII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. **Anais...**São Paulo: 2017

KOPPSCHITZ, P. et al. **MICROESTRUTURA DA INTERFACE ARGAMASSA / TIJOLO.** II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. **Anais...**Salvador: 1997

MACIOSKI, G. **Avaliação do Comportamento de Argamassas Estabilizadas Para Revestimento.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2014.

MARCONDES, C. G.; SANTOS, A. **Características e benefícios da argamassa estabilizada.** Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/caracteristicas-e-beneficios-da-argamassa-estabilizada/>>.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **TECNOLOGIA E PROJETO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00246.pdf>.

METHA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Microestrutura, propriedades e materiais. In: **Concreto.** 3ª ed. São Paulo: IBRACON, 2008. p. 21–202.

NETO, A. A. A. M.; DJANIKIAN, J. G. **Aspectos de desempenho da argamassa dosada em central.** . Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. **Anais...**São Paulo: 1999

NUNES, J. C. D. P. **Argamassa estabilizada pronta para uso – Sistema Mormix.** Blumenau, SC, 2010.

PARAVISI, S. **Avaliação de sistemas de produção de revestimentos de fachada com aplicação mecânica e manual de argamassa.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

PEREIRA, E.; SILVA, I. J. DA; COSTA, M. DO R. DE M. M. DA. Avaliação dos mecanismos de aderência entre argamassa colante e substrato não poroso. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 2, p. 139–149, jun. 2013.

SANTOS, M. D. F. DOS; CIOCCARI, L. P. Recomendações técnicas para utilização da Argamassa Express. **BENNTER**, p. 20, 2017.

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

SOUZA, A. F. DE. **Otimização do uso de aditivo estabilizador de hidratação do cimento em água de lavagem dos caminhões betoneira para produção de concreto.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

STOLZ, C. M.; MASUERO, A. B.; KIRCHHEIM, A. P. Dispositivo para ensaio de resistência de aderência ao cisalhamento em revestimentos: desenvolvimento e validação. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 4, p. 185–196, 2016.

SUPERMIX. A argamassa inteligente da supermix. **Supermassa**, p. 4, 2019.

APÊNDICE A- RESULTADO DOS ENSAIOS MECÂNICOS

A.1 Módulo de Elasticidade

As tabelas inseridas nesse capítulo representam os resultados obtidos nos ensaios de módulo de elasticidade.

Tabela A.1: Dados do ensaio de módulo de elasticidade para argamassa com 0 horas até a aplicação

0H							
CP	média (mm)	incerteza	ρ (g/cm ³)	massa (g)	incerteza	E (MPa)	incerteza
	L= 160,52	0,22					
A	W= 41,32	0,26	1,93	474,70	0,01	17,29	0,35
	T= 39,16	0,23					
	L= 160,97	0,21					
B	W= 40,33	0,28	1,95	472,80	0,01	19,87	0,74
	T= 38,88	0,29					
	L= 160,97	0,23					
C	W= 40,23	0,07	1,95	470,20	0,01	18,56	0,23
	T= 40,11	0,26					

A.2 Fonte: As autoras

Tabela A.2: Dados do ensaio de módulo de elasticidade para argamassa com 4 horas até a aplicação

4H							
CP	média (mm)	incerteza	ρ (g/cm ³)	massa (g)	incerteza	E (MPa)	incerteza
	L= 160,74	0,22					
A	W= 41,10	0,21	1,91	473,18	0,01	17,12	0,57
	T= 40,13	0,37					
	L= 159,93	0,29					
B	W= 39,97	0,13	1,87	466,52	0,01	16,69	0,23
	T= 40,70	0,15					
	L= 159,93	0,07					
C	W= 40,10	0,05	1,87	457,59	0,01	16,84	0,19
	T= 39,83	0,11					

A.3 Fonte: As autoras

Tabela A.3: Dados do ensaio de módulo de elasticidade para argamassa com 12 horas até a aplicação

12H							
CP	média (mm)	incerteza	ρ (g/cm ³)	massa (g)	incerteza	E (MPa)	incerteza
	L= 150,90	0,17					
A	W= 40,18	0,14	1,84	471,35	0,01	15,51	0,26
	T= 39,66	0,17					
	L= 159,70	0,22					
B	W= 40,82	0,33	1,82	488,14	0,01	14,70	0,53
	T= 41,15	0,40					
	L= 160,03	0,25					
C	W= 40,23	0,11	1,85	474,18	0,01	14,49	0,26
	T= 39,83	0,18					

A.4 Fonte: As autoras

Tabela A.4: Dados do ensaio de módulo de elasticidade para argamassa com 24 horas até a aplicação

24H							
CP	média (mm)	incerteza	ρ (g/cm ³)	massa (g)	incerteza	E (MPa)	incerteza
	L= 160,70	0,15					
A	W= 39,71	0,63	1,79	457,43	0,01	11,44	0,40
	T= 40,06	0,34					
	L= 161,57	0,37					
B	W= 40,24	0,30	1,78	477,20	0,01	11,43	0,25
	T= 41,01	0,21					
	L= 159,80	0,10					
C	W= 40,47	0,24	1,82	474,61	0,01	11,44	0,53
	T= 40,43	0,34					

A.5 Fonte: As autoras

Tabela A.5: Dados do ensaio de módulo de elasticidade para argamassa com 36 horas até a aplicação

36H							
CP	média (mm)	incerteza	ρ (g/cm ³)	massa (g)	incerteza	E (MPa)	incerteza
	L= 159,47	0,24					
A	W= 40,45	0,17	1,77	464,20	0,01	10,83	0,47
	T= 40,74	0,50					
	L= 160,00	0,05					
B	W= 40,76	0,44	1,76	474,27	0,01	10,81	0,20
	T= 41,39	0,15					
	L= 159,70	0,25					
C	W= 40,64	0,40	1,76	447,80	0,01	11,41	0,50
	T= 49,30	0,76					

A.6 Fonte: As autoras

A.7 Resistência à tração na flexão

As tabelas inseridas nesse capítulo representam os resultados obtidos nos ensaios de resistência à tração na flexão.

Tabela A.6: Dados do ensaio de resistência à tração na flexão para argamassa com 0 horas até a aplicação

ARGAMASSA 0H			
corpo de prova	A	B	C
tração (kgf)	140	160	140
tração (N)	1438,80		
resistência à tração (MPa)	3,37		

Fonte: As autoras

Tabela A.7: Dados do ensaio de resistência à tração na flexão para argamassa com 4 horas até a aplicação

ARGAMASSA 4H			
corpo de prova	A	B	C
tração (kgf)	120	140	140
média tração (N)	1308,00		
resistência à tração (MPa)	3,06		

Fonte: As autoras

Tabela A.8: Dados do ensaio de resistência à tração na flexão para argamassa com 12 horas até a aplicação

ARGAMASSA 12H			
corpo de prova	A	B	C
tração (kgf)	100	100	100
tração (N)	981,00		
resistência à tração (MPa)	2,30		

Fonte: As autoras

Tabela A.9: Dados do ensaio de resistência à tração na flexão para argamassa com 24 horas até a aplicação

ARGAMASSA 24H			
corpo de prova	A	B	C
tração (kgf)	60	80	80
média tração (N)	719,40		
resistência à tração (MPa)	1,69		

Fonte: As autoras

Tabela A.10: Dados do ensaio de resistência à tração na flexão para argamassa com 36 horas até a aplicação

ARGAMASSA 36H			
corpo de prova	A	B	C
tração (kgf)	60	80	60
tração (N)	654,00		
resistência à tração (MPa)	1,53		

Fonte: As autoras

A.8 Resistência à compressão

As tabelas inseridas nesse capítulo representam os resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão.

Tabela A.11: Dados do ensaio de resistência à compressão para argamassa com 0 horas até a aplicação

ARGAMASSA 0H			
corpo de prova	A	B	C
compressão 1 (kgf)	1320	1110	1520
compressão 2 (kgf)	1220	900	1620
compressão (N)	1281,67		
resistência à compressão (MPa)	7,86		

Fonte: As autoras

Tabela A.12: Dados do ensaio de resistência à compressão para argamassa com 4 horas até a aplicação

ARGAMASSA 4H			
corpo de prova	A	B	C
compressão 1 (kgf)	1120	1120	1220
compressão 2 (kgf)	1320	1100	1100
média compressão (N)	1163,33		
resistência à compressão (MPa)	7,13		

Fonte: As autoras

Tabela A.13: Dados do ensaio de resistência à compressão para argamassa com 12 horas até a aplicação

ARGAMASSA 12H			
corpo de prova	A	B	C
compressão 1 (kgf)	880	620	460
compressão 2 (kgf)	1200	500	460
compressão (N)	686,67		
resistência à compressão (MPa)	4,21		

Fonte: As autoras

Tabela A.14: Dados do ensaio de resistência à compressão para argamassa com 24 horas até a aplicação

ARGAMASSA 24H			
corpo de prova	A	B	C
compressão 1 (kgf)	540	500	580
compressão 2 (kgf)	680	520	640
média compressão (N)	576,67		
resistência à compressão (MPa)	3,54		

Fonte: As autoras

Tabela A.15: Dados do ensaio de resistência à compressão para argamassa com 36 horas até a aplicação

ARGAMASSA 36H			
corpo de prova	A	B	C
compressão 1 (kgf)	460	620	460
compressão 2 (kgf)	480	500	460
compressão (N)	496,67		
resistência à compressão (MPa)	3,05		

Fonte: As autoras

A.9 Resistência de aderência à tração

A.4.1 Blocos cerâmicos

A.4.1.1 Temperatura ambiente

As tabelas inseridas nesse capítulo representam os resultados obtidos nos ensaios de aderência à tração para os blocos cerâmicos na temperatura ambiente.

Tabela A.16: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 0 horas até a aplicação

0H							
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura		
					S	S/A	A F
1	0	0	1963,50	0,00			X
2	37	370	1963,50	0,19		X	
3	108	1080	1963,50	0,55		X	
4	39	390	1963,50	0,20		X	
5	73	730	1963,50	0,37			X
6	3	30	1963,50	0,02			X
7	12	120	1963,50	0,06			X
8	27	270	1963,50	0,14	X		
9	62	620	1963,50	0,32	X		
10	40	400	1963,50	0,20		X	

Fonte: As autoras

Tabela A.17: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 4 horas até a aplicação

4H							
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura		
					S	S/A	A F
1	41	410	1963,50	0,208811		X	
2	0	0	1963,50	0		X	
3	0	0	1963,50	0		X	
4	78	780	1963,50	0,397251		X	
5	36	360	1963,50	0,183346		X	
6	35	350	1963,50	0,178254		X	
7	19	190	1963,50	0,096766		X	
8	0	0	1963,50	0		X	
9	0	0	1963,50	0			X
10	0	0	1963,50	0	X		

Fonte: As autoras

Tabela A.18: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 12 horas até a aplicação

12H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0,00		X		
2	0	0	1963,50	0,00		X		
3	0	0	1963,50	0,00		X		
4	0	0	1963,50	0,00		X		
5	0	0	1963,50	0,00		X		
6	0	0	1963,50	0,00				X
7	38	380	1963,50	0,19		X		
8	25	250	1963,50	0,13		X		
9	29	290	1963,50	0,15		X		
10	27	270	1963,50	0,14		X		

Fonte: As autoras

Tabela A.19: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 24 horas até a aplicação

24H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0,00		X		
2	0	0	1963,50	0,00		X		
3	26	260	1963,50	0,13			X	
4	44	440	1963,50	0,22			X	
5	49	490	1963,50	0,25				X
6	55	550	1963,50	0,28			X	
7	28	280	1963,50	0,14			X	
8	0	0	1963,50	0,00		X		
9	0	0	1963,50	0,00		X		
10	0	0	1963,50	0,00		X		

Fonte: As autoras

Tabela A.20: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 36 horas até a aplicação

36H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	12	120	1963,50	0,06				X
2	0	0	1963,50	0,00				X
3	0	0	1963,50	0,00		X		
4	0	0	1963,50	0,00		X		
5	0	0	1963,50	0,00		X		
6	0	0	1963,50	0,00		X		
7	0	0	1963,50	0,00		X		
8	0	0	1963,50	0,00		X		
9	0	0	1963,50	0,00		X		
10	0	0	1963,50	0,00		X		

Fonte: As autoras

A.4.1.2 Úmido

As tabelas inseridas nesse capítulo representam os resultados obtidos nos ensaios de aderência à tração para os blocos cerâmicos úmidos.

Tabela A.21: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 0 horas até a aplicação

0H							
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura		
					S	S/A	A F
1	0	0	1963,50	0,00		X	
2	0	0	1963,50	0,00		X	
3	0	0	1963,50	0,00		X	
4	0	0	1963,50	0,00		X	
5	0	0	1963,50	0,00		X	
6	11	110	1963,50	0,06		X	
7	58	580	1963,50	0,30		X	
8	42	420	1963,50	0,21		X	
9	39	390	1963,50	0,20		X	
10	13	130	1963,50	0,07		X	

Fonte: As autoras

Tabela A.22: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 4 horas até a aplicação

4H							
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura		
					S	S/A	A F
1	0	0	1963,50	0		X	
2	0	0	1963,50	0		X	
3	0	0	1963,50	0		X	
4	0	0	1963,50	0		X	
5	0	0	1963,50	0		X	
6	0	0	1963,50	0		X	
7	0	0	1963,50	0		X	
8	0	0	1963,50	0		X	
9	0	0	1963,50	0		X	
10	0	0	1963,50	0		X	

Fonte: As autoras

Tabela A.23: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 12 horas até a aplicação

12H							
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura		
					S	S/A	A F
1	32	320	1963,50	0,162975			X
2	0	0	1963,50	0			X
3	0	0	1963,50	0			X
4	0	0	1963,50	0			X
5	0	0	1963,50	0			X
6	0	0	1963,50	0			X
7	0	0	1963,50	0			X
8	0	0	1963,50	0			X
9	0	0	1963,50	0			X
10	0	0	1963,50	0			X

Fonte: As autoras

Tabela A.24: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 24 horas até a aplicação

24H							
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura		
					S	S/A	A F
1	0	0	1963,50	0,00		X	
2	0	0	1963,50	0,00		X	
3	0	0	1963,50	0,00		X	
4	0	0	1963,50	0,00		X	
5	0	0	1963,50	0,00		X	
6	0	0	1963,50	0,00		X	
7	0	0	1963,50	0,00		X	
8	0	0	1963,50	0,00		X	
9	0	0	1963,50	0,00		X	
10	0	0	1963,50	0,00		X	

Fonte: As autoras

Tabela A.25: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 36 horas até a aplicação

36H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0		X		
2	0	0	1963,50	0		X		
3	0	0	1963,50	0		X		
4	0	0	1963,50	0		X		
5	0	0	1963,50	0		X		
6	0	0	1963,50	0		X		
7	0	0	1963,50	0		X		
8	0	0	1963,50	0		X		
9	0	0	1963,50	0		X		
10	0	0	1963,50	0		X		

Fonte: As autoras

A.4.1.3 Aquecido

As tabelas inseridas nesse capítulo representam os resultados obtidos nos ensaios de aderência à tração para os blocos cerâmicos aquecidos.

Tabela A.26: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 0 horas até a aplicação

0H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0,00				X
2	0	0	1963,50	0,00		X		
3	35	350	1963,50	0,18	X			
4	27	270	1963,50	0,14	X			
5	16	160	1963,50	0,08		X		
6	0	0	1963,50	0,00				X
7	0	0	1963,50	0,00				X
8	0	0	1963,50	0,00				X
9	0	0	1963,50	0,00				X
10	26	260	1963,50	0,13		X		

Fonte: As autoras

Tabela A.27: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 4 horas até a aplicação

4H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0		X		
2	13	130	1963,50	0,066208		X		
3	24	240	1963,50	0,122231		X		
4	0	0	1963,50	0		X		
5	20	200	1963,50	0,101859		X		
6	26	260	1963,50	0,132417		X		
7	25	250	1963,50	0,127324		X		
8	42	420	1963,50	0,213904		X		
9	0	0	1963,50	0		X		
10	0	0	1963,50	0		X		

Fonte: As autoras

Tabela A.28: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 12 horas até a aplicação

12H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0				X
2	0	0	1963,50	0		X		
3	0	0	1963,50	0		X		
4	0	0	1963,50	0		X		
5	10	100	1963,50	0,05093		X		
6	56	560	1963,50	0,285206		X		
7	20	200	1963,50	0,101859		X		
8	0	0	1963,50	0		X		
9	0	0	1963,50	0		X		
10	0	0	1963,50	0		X		

Fonte: As autoras

Tabela A.29: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 24 horas até a aplicação

24H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0,00		X		
2	0	0	1963,50	0,00		X		
3	0	0	1963,50	0,00		X		
4	0	0	1963,50	0,00		X		
5	33	330	1963,50	0,17		X		
6	39	390	1963,50	0,20		X		
7	0	0	1963,50	0,00		X		
8	0	0	1963,50	0,00		X		
9	52	520	1963,50	0,26				X
10	0	0	1963,50	0,00				X

Fonte: As autoras

Tabela A.30: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 36 horas até a aplicação

36H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0		X		
2	0	0	1963,50	0		X		
3	0	0	1963,50	0		X		
4	0	0	1963,50	0		X		
5	0	0	1963,50	0		X		
6	0	0	1963,50	0		X		
7	0	0	1963,50	0		X		
8	0	0	1963,50	0		X		
9	0	0	1963,50	0		X		
10	0	0	1963,50	0		X		

Fonte: As autoras

A.4.2 Blocos de concreto

A.4.2.1 Temperatura ambiente

As tabelas inseridas nesse capítulo representam os resultados obtidos nos ensaios de aderência à tração para os blocos de concreto na temperatura ambiente.

Tabela A.31: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 0 horas até a aplicação

0H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0,00				X
2	73	730	1963,50	0,37				X
3	55	550	1963,50	0,28				X
4	72	720	1963,50	0,37				X
5	82	820	1963,50	0,42				X
6	90	900	1963,50	0,46				X
7	67	670	1963,50	0,34				X
8	48	480	1963,50	0,24				X
9	94	940	1963,50	0,48				X
10	128	1280	1963,50	0,65			X	

Fonte: As autoras

Tabela A.32: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 4 horas até a aplicação

4H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0		X		
2	0	0	1963,50	0		X		
3	0	0	1963,50	0				X
4	0	0	1963,50	0				X
5	0	0	1963,50	0				X
6	27	270	1963,50	0,13751				X
7	0	0	1963,50	0				X
8	0	0	1963,50	0				X
9	0	0	1963,50	0		X		
10	0	0	1963,50	0				X

Fonte: As autoras

Tabela A.33: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 12 horas até a aplicação

12H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0				X
2	0	0	1963,50	0			X	
3	0	0	1963,50	0				X
4	31	310	1963,50	0,157882				X
5	0	0	1963,50	0		X		
6	0	0	1963,50	0				X
7	0	0	1963,50	0				X
8	0	0	1963,50	0				X
9	0	0	1963,50	0		X		
10	0	0	1963,50	0				X

Fonte: As autoras

Tabela A.34: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 24 horas até a aplicação

24H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0,00				X
2	0	0	1963,50	0,00				X
3	0	0	1963,50	0,00				X
4	55	550	1963,50	0,28				X
5	0	0	1963,50	0,00			X	
6	56	560	1963,50	0,29				X
7	40	400	1963,50	0,20				X
8	0	0	1963,50	0,00				X
9	46	460	1963,50	0,23				X
10	49	490	1963,50	0,25				X

Fonte: As autoras

Tabela A.35: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 36 horas até a aplicação

36H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0,00		X		
2	0	0	1963,50	0,00		X		
3	0	0	1963,50	0,00		X		
4	0	0	1963,50	0,00		X		
5	0	0	1963,50	0,00		X		
6	0	0	1963,50	0,00		X		
7	0	0	1963,50	0,00		X		
8	0	0	1963,50	0,00		X		
9	0	0	1963,50	0,00		X		
10	0	0	1963,50	0,00		X		

Fonte: As autoras

A.4.2.2 Úmido

As tabelas inseridas nesse capítulo representam os resultados obtidos nos ensaios de aderência à tração para os blocos de concreto úmidos.

Tabela A.36: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 0 horas até a aplicação

0H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	30	300	1963,50	0,15				X
2	75	750	1963,50	0,38				X
3	69	690	1963,50	0,35				X
4	0	0	1963,50	0,00				X
5	58	580	1963,50	0,30				X
6	60	600	1963,50	0,31				X
7	0	0	1963,50	0,00				X
8	54	540	1963,50	0,28				X
9	55	550	1963,50	0,28				X
10	30	300	1963,50	0,15				X

Fonte: As autoras

Tabela A.37: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 4 horas até a aplicação

4H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0				X
2	0	0	1963,50	0				X
3	48	480	1963,50	0,244462				X
4	0	0	1963,50	0				X
5	0	0	1963,50	0				X
6	0	0	1963,50	0				X
7	0	0	1963,50	0				X
8	0	0	1963,50	0				X
9	0	0	1963,50	0				X
10	0	0	1963,50	0				X

Fonte: As autoras

Tabela A.38: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 12 horas até a aplicação

12H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0				X
2	26	260	1963,50	0,132417				X
3	0	0	1963,50	0				X
4	0	0	1963,50	0				X
5	29	290	1963,50	0,147696			X	
6	0	0	1963,50	0				X
7	0	0	1963,50	0			X	
8	34	340	1963,50	0,173161				X
9	0	0	1963,50	0			X	
10	0	0	1963,50	0		X		

Fonte: As autoras

Tabela A.39: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 24 horas até a aplicação

24H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0,00				X
2	31	310	1963,50	0,16				X
3	32	320	1963,50	0,16				X
4	0	0	1963,50	0,00			X	
5	65	650	1963,50	0,33				X
6	39	390	1963,50	0,20				X
7	76	760	1963,50	0,39				X
8	42	420	1963,50	0,21			X	
9	0	0	1963,50	0,00				X
10	0	0	1963,50	0,00				X

Fonte: As autoras

Tabela A.40: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 36 horas até a aplicação

36H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0,00		X		
2	0	0	1963,50	0,00		X		
3	0	0	1963,50	0,00		X		
4	0	0	1963,50	0,00		X		
5	2	20	1963,50	0,01		X		
6	2	20	1963,50	0,01		X		
7	31	310	1963,50	0,16				X
8	51	510	1963,50	0,26				X
9	48	480	1963,50	0,24			X	
10	25	250	1963,50	0,13		X		

Fonte: As autoras

A.4.2.3 Aquecido

As tabelas inseridas nesse capítulo representam os resultados obtidos nos ensaios de aderência à tração para os blocos de concreto aquecidos.

Tabela A.41: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 0 horas até a aplicação

0H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	80	800	1963,50	0,41				X
2	93	930	1963,50	0,47				X
3	83	830	1963,50	0,42				X
4	86	860	1963,50	0,44				X
5	0	0	1963,50	0,00				X
6	79	790	1963,50	0,40				X
7	72	720	1963,50	0,37				X
8	76	760	1963,50	0,39				X
9	78	780	1963,50	0,40				X
10	98	980	1963,50	0,50				X

Fonte: As autoras

Tabela A.42: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 4 horas até a aplicação

4H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0				X
2	0	0	1963,50	0				X
3	0	0	1963,50	0				X
4	0	0	1963,50	0		X		
5	27	270	1963,50	0,13751				X
6	25	250	1963,50	0,127324				X
7	0	0	1963,50	0				X
8	0	0	1963,50	0				X
9	50	500	1963,50	0,254648				X
10	0	0	1963,50	0				X

Fonte: As autoras

Tabela A.43: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 12 horas até a aplicação

12H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	61	610	1963,50	0,31067			X	
2	73	730	1963,50	0,371786				X
3	50	500	1963,50	0,254648		X		
4	65	650	1963,50	0,331042			X	
5	65	650	1963,50	0,331042			X	
6	12	120	1963,50	0,061115			X	
7	55	550	1963,50	0,280113				X
8	32	320	1963,50	0,162975			X	
9	65	650	1963,50	0,331042				X
10	0	0	1963,50	0				X

Fonte: As autoras

Tabela A.44: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 24 horas até a aplicação

24H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	0	0	1963,50	0,00			X	
2	55	550	1963,50	0,28			X	
3	46	460	1963,50	0,23			X	
4	48	480	1963,50	0,24			X	
5	28	280	1963,50	0,14			X	
6	0	0	1963,50	0,00			X	
7	0	0	1963,50	0,00			X	
8	35	350	1963,50	0,18			X	
9	29	290	1963,50	0,15			X	
10	38	380	1963,50	0,19			X	

Fonte: As autoras

Tabela A.45: Dados do ensaio de aderência à tração para argamassa com 36 horas até a aplicação

36H								
Corpo de prova	Carga (kgf)	Carga (N)	Seção (mm ²)	Tensão (MPa)	Forma de ruptura			
					S	S/A	A	F
1	44	440	1963,50	0,22				X
2	0	0	1963,50	0,00		X		
3	41	410	1963,50	0,21		X		
4	46	460	1963,50	0,23				X
5	79	790	1963,50	0,40		X		
6	67	670	1963,50	0,34				X
7	0	0	1963,50	0,00		X		
8	50	500	1963,50	0,25		X		
9	32	320	1963,50	0,16				X
10	0	0	1963,50	0,00		X		

Fonte: As autoras