



**ESTUDO COMPARATIVO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE
APLICAÇÃO DA ARGAMASSA ESTABILIZADA EM RELAÇÃO À
RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA A TRAÇÃO**

BELO HORIZONTE

2019



Jaqueline Cavalcanti Reis

José Alexandre de Paula

Melchier Faria

Vitor Pereira Novaes

**ESTUDO COMPARATIVO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE
APLICAÇÃO DA ARGAMASSA ESTABILIZADA EM RELAÇÃO À
RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA A TRAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Patologia das Obras Civas, Pós-Graduação *lato sensu*, do Instituto IDD como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialista em Patologia nas Obras Civas.

Orientador: Dr. Rodrigo Moysés Costa.

BELO HORIZONTE

2019

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o engenheiro civil prof. Dr. Rodrigo Moysés pela valiosa colaboração durante a orientação deste trabalho, preocupando sempre com um conteúdo importante, completo e de grande valia ao conhecimento técnico de todos.

Ao coordenador Dr. Johnson Wilker Rigueira Victor, nossos sinceros agradecimentos por toda a atenção e preocupação na formação pessoal e profissional dos alunos.

A empresa Consultare, especialmente à Engenheira Kamila Soares, pela realização dos ensaios destrutivos, afim de participar deste projeto acadêmico, agregando valor e experiência ao conteúdo.

FOLHA DE APROVAÇÃO

**ESTUDO COMPARATIVO DA INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO NO
COMPORTAMENTO DA ARGAMASSA ESTABILIZADA**

Por

Jaqueline Cavalcanti Reis

José Alexandre de Paula

Melchier Faria

Vitor Pereira Novaes

TRABALHO APROVADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ESPECIALISTA EM PATOLOGIA NAS
OBRAS CIVIS, DO INSTITUTO IDD, PELA COMISSÃO FORMADA PELOS
PROFESSORES A SEGUIR MENCIONADOS.

Belo Horizonte (MG) ____ de ____ de ____.

Dr. Rodrigo Moysés Costa

Dr. Jonhson Wilker Rigueira Victor

M. Sc. João Felipe Martins Abdala

RESUMO

A argamassa estabilizada está cada vez ganhando mercado junto as construtoras para execução de revestimento de fachada. Porém, foram encontrados, algumas patologias de aderência, ao qual não se sabe se durante seu período de utilização há possibilidade de alguma alteração na aderência à tração. Este trabalho tem por objetivo analisar as possíveis interferências do tempo de utilização da argamassa estabilizada em relação a resistência de aderência à tração. Por meio de programas experimentais, foram utilizados 16 blocos de concreto utilizando a argamassa estabilizada, sendo aplicados em períodos distintos como: 12h, 24h, 36h e 48h e aplicado argamassa convencional em 4 blocos de concreto, para efeito comparativo. Posteriormente foram realizados 3 ensaios de resistência de aderência à tração em cada amostra, totalizando 60 ensaios, comparando os resultados entre si e de acordo com a norma NBR 13276 (ABNT,2016), afim de avaliar se em todos os períodos há alteração de resultado e se atendem a norma.

Palavras chave: argamassa estabilizada, bloco de concreto, resistência de aderência à tração, patologia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fissura Mapeada	32
Figura 2 Argamassa convencional utilizada	33
Figura 3 Areia	34
Figura 4 Armazenamento da areia	35
Figura 5 Armazenamento dos aditivos retardador e incorporador	35
Figura 6 Usina	36
Figura 7 Recipiente para transporte da argamassa estabilizada.....	37
Figura 8 Recolhimento da argamassa estabilizada na usina	37
Figura 9 Forma executada para garantir a espessura correta de argamassa.....	38
Figura 10 Identificação utilizada em todos os corpos de prova.....	39
Figura 11 Termômetro digital tipo caneta e termo-higrômetro utilizado	40
Figura 12 Verificação da temperatura da argamassa	40
Figura 13 Borrifador utilizado para saturar os blocos	41
Figura 14 Blocos saturados	42
Figura 15 Aplicação da argamassa no corpo de prova saturado	42
Figura 16 Identificação blocos com argamassa industrializada/estabilizada.....	43
Figura 17 Identificação blocos com argamassa convencional.....	43
Figura 18 Identificação blocos com argamassa industrializada/estabilizada.....	43
Figura 19 Aplicação da argamassa no corpo de prova saturado	44
Figura 20 Identificação blocos com argamassa industrializada/estabilizada.....	44
Figura 21 Identificação blocos com argamassa industrializada/estabilizada.....	45

Figura 22	Corpos de Prova com a argamassa aplicada.....	45
Figura 23	Equipamento utilizado para furação nos corpos de prova..	46
Figura 24	Delimitação do corpo-de-prova de revestimento pelo corte (ABNT,2010).....	47
Figura 25	Medida do corte circular padrão.....	47
Figura 26	Corte no corpo de prova com a argamassa convencional aplicada.....	48
Figura 27	Corte no corpo de prova com a argamassa estabilizada aplicada.....	48
Figura 28	Furação em todos os corpos de prova.....	49
Figura 29	Limpeza dos resíduos superficiais com trincha.....	50
Figura 30	Vista superior - limpeza dos resíduos superficiais com trincha.....	50
Figura 31	Limpeza de todos os corpos de prova.....	51
Figura 32	Vista superior – cortes na argamassa.....	51
Figura 33	Vista superior – Diferença do corte na argamassa estabilizada e convencional.....	52
Figura 34	Medida da placa para colagem no substrato.....	53
Figura 35	Placa limpa para ser utilizada.....	53
Figura 36	Massa Plástica para aderência da placa no substrato.....	54
Figura 37	Mistura do adesivo colante.....	55
Figura 38	Colagem das placas nos corpos de prova.....	56
Figura 39	Colagem das placas nos corpos de prova.....	56
Figura 40	Colagem das placas nos corpos de prova.....	57
Figura 41	Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência a tração para um sistema de revestimento sem chapisco.....	59
Figura 42	Colagem de todas as placas nos corpos de prova.....	60
Figura 43	Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento sem chapisco (ABNT,2013).....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características das bases de aplicação do revestimento	31
Tabela 2. Espessura admissível de revestimento interno e externo	58
Tabela 3. Limites da resistência de aderência à tração (R_a) para emboço e camada única.....	58
Tabela 4. Resultados durante o período do tempo em aberto de 12h – Temperatura 25°C e Umidade Relativa de 47%	61
Tabela 5. Limites de resistência de aderência à tração (R_a) para emboço e camada úmida (ABNT,2013).....	62
Tabela 6. Resultados durante o período do tempo em aberto de 24h – Temperatura 25°C e Umidade Relativa de 47%	63
Tabela 7. Resultados durante o período do tempo em aberto de 36h – Temperatura 25°C e Umidade Relativa de 47%	64
Tabela 8. Resultados durante o período do tempo em aberto de 48h – Temperatura 25°C e Umidade Relativa de 47%	64
Tabela 9. Resultados da argamassa convencional – Temperatura 25°C e Umidade Relativa de 47%	65

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	I
FOLHA DE APROVAÇÃO	II
RESUMO	III
LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE TABELAS.....	VI
SUMÁRIO.....	VII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA.....	2
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. Objetivo Geral	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. HIPÓTESE	3
1.4. JUSTIFICATIVAS	3
1.4.1. Tecnológicas.....	3
1.4.2. Econômicas	4
1.4.3. Sociais	4
1.4.4. Ecológicas	5
1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	5
1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1. MATERIAIS CONSTITUINTES ARGAMASSA.....	7
2.1.1. Aglomerante	7
Processo de Fabricação	8
2.1.2. Agregados.....	9
2.1.3. Aditivos	11
2.1.4. Água	13
2.2. ARGAMASSA	15
2.2.1. TIPOS DE ARGAMASSA	16

2.3. CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS	19
2.3.1. Ensaios no estado Fresco.....	20
2.3.2. Ensaio Endurecido.....	23
2.4. SUBSTRATO BLOCO DE CONCRETO	27
2.5. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	31
3. PROGRAMA EXPERIMENTAL.....	32
3.1. MATERIAIS UTILIZADOS	32
3.1.1. Bloco de Concreto	32
3.1.2. Argamassa Industrializada	33
3.1.3. Argamassa Estabilizada.....	33
3.2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	38
3.2.1. Preparo dos corpos de prova	38
3.2.2. Aplicação da argamassa no substrato.....	41
A terceira fileira, referente a argamassa estabilizada com tempo em aberto de 36:00 horas foi aplicada no dia 09/05/2019 às 21:00 horas, seguindo o processo anterior.....	44
3.2.3. Ensaio tecnológicos de resistência de aderência a tração	46
3.2.4. Ensaio	57
3.2.5. Cálculo dos resultados.....	58
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	61
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	67
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	68
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a construção civil preocupa com prazo, qualidade e preço. O mercado está diariamente atualizando e desenvolvendo materiais afim de facilitar, aprimorar e acelerar a execução de obras. Porém, devido a essa aceleração, a utilização de materiais sem normas brasileiras e sem bibliografia é muito grande, aumentando então a probabilidade de manifestações patológicas.

A argamassa estabilizada é muito utilizada na Europa, e aos poucos está sendo adotada no mercado brasileiro. Ainda existe um preconceito sobre a utilização deste material devido à falta de conhecimento e normas específicas, mas outros se arriscam, pois, a produtividade que este material proporciona é extremamente considerável para o custo e prazo de uma obra.

A norma utilizada para a argamassa estabilizada ser regulamentada/aprovada são as mesmas utilizadas para argamassa “padrão”.

A temática principal deste trabalho é o estudo do comportamento da argamassa estabilizada durante seu período de utilização em relação à influência na resistência de aderência à tração, como contribuição para trabalhos de patologia em revestimentos com argamassa estabilizada.

Nesse sentido são propostos na sequência o problema da pesquisa, o objetivo deste projeto, as justificativas que motivaram este estudo, bem como a hipótese considerada por seus componentes.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

A influência do tempo de utilização da argamassa estabilizada durante seu período no estado líquido interfere na resistência de aderência à tração?

1.2. OBJETIVOS

Neste item apresentam-se os objetivos gerais e específicos da pesquisa a ser desenvolvida.

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto de pesquisa é avaliar o comportamento da argamassa estabilizada aplicada em relação a resistência de aderência à tração em períodos distintos.

1.2.2. Objetivos Específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- a) Comparar os resultados do ensaio de resistência de aderência à tração das amostras feitas com argamassa estabilizada referente aos períodos de 12h, 24h, 36h, 48h.
- b) Comparar o resultado do ensaio de resistência de aderência à tração da amostra feita com argamassa “padrão”, em relação a norma NBR e aos resultados das amostras com a argamassa estabilizada.

1.3. HIPÓTESE

O prazo de utilização da argamassa estabilizada, no período de 36h, conforme informado pelo fabricante, não pode interferir na resistência à tração.

1.4. JUSTIFICATIVAS

A presente pesquisa é proposta com intuito de comparar a interferência no tempo de utilização da argamassa estabilizada em relação a resistência a aderência. Devido à falta de norma e conhecimento deste material, a comparação destes resultados será em relação a norma NBR13528 (ABNT,2010), e consequentemente se os resultados atenderem a norma, são muitos benefícios relacionados a este material, como: alta produtividade, redução de manifestações patológicas e redução de custo.

Nesse sentido, apresenta-se a seguir as justificativas tecnológicas, econômicas, sociais e ecológicas que motivam o tema deste trabalho.

1.4.1. Tecnológicas

Neste item, deve-se de apresentar a relevância do estudo sob uma perspectiva tecnológica.

A argamassa estabilizada é conhecida pela alta trabalhabilidade devido ao “encapsulamento” das partículas de cimento, resultando em um estado líquido por mais tempo que o convencional chegando até 36h para sua utilização, e uma melhor qualidade de acabamento. Além do tempo estendido para aplicação, possui menor permeabilidade, consequentemente, melhor isolamento acústico.

Como este material é fornecido pela usina de concretagem, o controle de qualidade do agregado é mais preciso, garantindo areia de alta qualidade e curva granulométrico padrão.

1.4.2. Econômicas

Neste item, deve-se demonstrar a viabilidade e relevância econômica do objeto de estudo.

A argamassa estabilizada possui um aumento de 25% do rendimento no que diz respeito ao prazo de validade da mesma, com isso há uma minimização no desperdício de materiais, em relação ao tempo de trabalhabilidade deste material. Além destas vantagens, também é importante afirmar a otimização da mão-de-obra, pois não existe a necessidade em produzir a argamassa “in loco”. Com isso, não necessita de área para estocagem de ensacados, locação de guias e masseiras para misturar esta argamassa com o traço correto, onde, pode haver falta de controle na quantidade de água necessária, fazendo com que apresentem manifestações patológicas na estrutura.

Em suma, a utilização deste material ajuda no planejamento e controle de custos da obra, pois é entregue a quantidade requerida pelo cliente, e armazenada dentro do empreendimento. Com esta agilidade e maior tempo em aberto, ganha-se maior controle e gestão do cronograma do empreendimento.

1.4.3. Sociais

No caso de revestimentos de edificações, as avarias em uma fachada geram não somente a sensação de desconforto e insegurança aos usuários, como também aos indivíduos que transitam nos seus arredores como, por exemplo: deslocamento parcial de emboço.

Outro ponto favorável a utilização desta argamassa, refere-se a mão de obra para a sua aplicação. Os operários exercerão menor esforço físico visto que a argamassa já se encontrará pronta e posta em locais próximos a aplicação, além de que estes operários terão menor contato com os materiais que a compõem, como a geração de pó durante a mistura das argamassas convencionais, por exemplo.

1.4.4. Ecológicas

O fator mais importante para a utilização deste material é a redução do entulho gerado, pois seu reaproveitamento é superior ao da argamassa industrializada. Não será necessário preocupar em descartar material perdido devido ao endurecimento ou durante o acabamento final. Isso ajuda a ter um canteiro de obras mais organizado e limpo, diminuindo a quantidade de resíduos gerados durante a execução, resultando em um material sustentável.

Os elevados índices de geração de resíduos da construção civil (RCC) no Brasil têm gerado o crescimento da discussão sobre o tema. De acordo com MARQUES NETO apud CARDOSO et al., 2014, entre 51% a 70% dos resíduos sólidos urbanos coletados no país são provenientes da indústria da construção civil.

1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica, referente a argamassa estabilizada e sua composição e argamassa “padrão”, através de consultas a normas brasileiras específicas, artigos científicos, monografias e dissertações para estruturar o conceito do trabalho e aprofundar no próximo capítulo. Para realização do programa experimental, serão executados os ensaios

de resistência de aderência a tração nas amostras realizadas com argamassa estabilizada e argamassa “padrão”.

Após a conclusão dos ensaios, os resultados serão analisados e comparados entre si, obedecendo suas normas específicas.

Enfim, com os estudos das etapas anteriores, será possível fazer as considerações finais sobre a interferência do tempo de utilização da argamassa estabilizada em relação a resistência de aderência a tração.

1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em 5 capítulos, abordando desde a introdução até a conclusão final. Segue abaixo:

O Capítulo 1: apresenta o problema de pesquisa e seus objetivos, bem como delinea as principais justificativas para a realização deste estudo e os procedimentos metodológicos a serem adotados.

O Capítulo 2: apresenta a revisão bibliográfica e discorre sobre as argamassas estabilizada e “padrão”, e sua composição. Descreve a histórica da argamassa, cimento, areia, aditivos e a descrição da argamassa estabilizada, suas manifestações patológicas e o método de ensaio de resistência, ponto forte para a realização deste trabalho.

O Capítulo 3: trata sobre o programa experimental utilizado neste trabalho, apresentando o passo a passo para a realização das amostras, aplicação da argamassa e a realização do ensaio.

O Capítulo 4: apresenta a análise dos resultados dos ensaios realizados nos blocos de concreto com a aplicação da argamassa estabilizada e industrializada.

O Capítulo 5: apresenta as considerações finais acerca da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados os materiais, ensaios e manifestações patológicas referente ao tema deste trabalho.

2.1. MATERIAIS CONSTITUINTES ARGAMASSA

2.1.1. Aglomerante

2.1.1.1. Cal

De acordo com a PINIWEB, a cal é um aglomerante aéreo, ou seja, tem o seu endurecimento a partir da reação com o dióxido de carbono (CO_2) presente na atmosfera, sendo assim, a cal empregada em argamassa de assentamento ou revestimento têm os seus componentes expostos ao ar. A afirmação de que cal é usada para dar mais plasticidade à argamassa é verdadeira, ou seja, uma de suas funções é conferir maior trabalhabilidade a argamassa.

A cal confere maior poder de retenção de água à argamassa evitando destacamento entre a argamassa de assentamento e os componentes de alvenaria. As cales hidratadas dolomíticas realmente podem apresentar óxidos não hidratados, em particular óxido de magnésio (MgO).

A NBR 7175 (ABNT,2003), em suas exigências químicas, traz limitações para os óxidos não hidratados presentes nas cales hidratadas, o que pode ser verificado e exigido pelo fabricante. Conclui-se então que não é conveniente retirar a cal das argamassas de cimento e areia para os diversos usos em questão, especialmente no assentamento e revestimento de alvenarias, onde devem ser utilizadas argamassas mistas de cimento, cal e areia.

2.1.1.2. Cimento Portland

Segundo a ASTM C 150, cimento Portland é definido como um cimento hidráulico produzido pela moagem de clínqueres constituídos essencialmente por silicatos de cálcio hidráulicos e uma pequena quantidade de um ou mais formas de sulfato de cálcio. Clínqueres são módulos de 5 a 25mm de diâmetro de material sintetizado que é produzido quando uma mistura de matérias-primas de composição pré-determinada é aquecida em altas temperaturas.

O cimento Portland é um pó pulverulento e possui propriedades ligantes e reage com a presença de água, passando para o estado endurecido.

Processo de Fabricação

Os silicatos de cálcio são constituintes primários do cimento Portland. Materiais como calcário, giz, calcário argiloso e conchas do mar, são fontes industriais comuns de cálcio.

Argilas e folhelhos, em vez de quartzo, são fontes preferidas de sílica adicional na mistura de matéria-prima para a produção de silicatos de cálcio, pois a sílica quartzítica não reage facilmente com o calcário. Os minerais argilosos também contêm alumina e, frequentemente, óxido de ferro e álcalis. A presença de íons de alumínio, ferro e magnésio, além dos álcalis na mistura da matéria-prima, tem um efeito mineralizante na formação de silicato de cálcio, isto é, facilita a formação de silicato de cálcio a temperaturas mais baixas, facilitando a formação dos compostos desejados para o clínquer de cimento Portland. Como é necessário homogeneizar os materiais antes do tratamento térmico, estes são submetidos a uma série de operações de britagem, moagem e mistura.

A partir das análises químicas dos materiais obtidos, suas proporções individuais são determinadas pela composição desejada dos compostos no clínquer. As matérias-primas fracionadas, normalmente são moídas em moinhos de bola ou de rolo até a obtenção de partículas menores.

A fabricação do cimento Portland pode ser feita por via seca ou via úmida. As fábricas modernas de cimento privilegiam o processo por via seca, que é mais eficiente energeticamente do que o processo por via úmida. O processo é realizado com pré-aquecedores multifásicos suspensos, que permitem eficientes trocas de calor entre os gases aquecidos e a mistura. Para o aquecimento, é utilizada energia de combustível fóssil na ordem de 800 kcal/kg de clínquer produzido. A operação final no processo de fabricação do cimento Portland consiste na pulverização do clínquer em partículas entre 10mm e 15mm em média.

A operação de pulverização é realizada em moinhos de bolas, também chamados de moinhos de acabamento. Aproximadamente 5% de gipsita ou sulfato de cálcio é normalmente moído com o clínquer a fim de controlar as reações iniciais de pega a endurecimento de cimento.

2.1.2. Agregados

Segundo pesquisado em artigo (Influência da composição granulométrica da areia nas propriedades das argamassas de revestimento), a areia tem a função de reduzir custos e atribuir às argamassas propriedades que a pasta não possui e diminui o consumo de cimento e cal, além de eliminar em partes, a alteração do volume e facilitar a passagem de anidrido carbônico do ar necessário na recarbonatação do hidróxido de cálcio. Como a areia é usualmente mais barata do que os aglomerantes, é mais econômico introduzir uma alta proporção de areia na mistura, no entanto, a proporção limite deve ser determinada em função das propriedades exigidas para a argamassa.

Segundo a NBR 7211 (ABNT,2009) – EB 4, a areia é classificada como agregado miúdo, material cujos grãos passam pela peneira ABNT 4,8mm e ficam retidas na peneira ABNT 0,075mm. Também pode-se defini-la como, material granular, sem forma e volume definido geralmente inerte, com dimensões, características e propriedades adequadas ao uso da engenharia civil.

Agregado é o material particulado, incoesivo, de atividade química praticamente nula, constituído de misturas de partículas cobrindo extensa gama de tamanhos.

Segundo BAUER (1995), uma areia é de qualidade inferior (ou superior) a outra, quando corpos-de-prova de concreto com ela confeccionados tem resistência a compressão inferior (ou superior) aos confeccionados com a outra. Para comparar duas areias, tem elas de ter a mesma distribuição granulométrica (curvas granulométricas iguais).

Os agregados desempenham papel importante nas argamassas e concretos, quer do ponto de vista econômico, quer no ponto de vista técnico, exercendo influência benéfica em algumas propriedades importantes, como a retração e a resistência ao desgaste por abrasão. Não prejudicam a resistência aos esforços mecânicos, pois as agregadas de boa qualidade têm resistência mecânicas superior à da pasta de aglomerantes.

Para DUBAJ (2000), as principais funções dos agregados nas argamassas é o perfeito preenchimento dos vazios, o que resulta em menor consumo de aglomerantes, redução de retração e aumento de resistência a compressão.

Segundo BIANCHI (2004), as características da argamassa serão alteradas com a utilização de pó de pedra (ou areia artificial) em função da granulometria (em geral, mais fina) e da forma dos grãos, predominantemente lamelares, ao contrário das areias naturais cujos grãos tendem a ser arredondados. Assim sendo, para uma determinada plasticidade (argamassa no estado fresco), as areias artificiais exigirão, como regra, maior consumo de água, o que deverá repercutir,

em ambos os casos, em maior retração e maior possibilidade do aparecimento de fissuras.

2.1.2.1. Areia Artificial

KUCK (2004), diz que, a tecnologia utiliza o fino de brita (pó de pedra) como matéria-prima, pois contém as características adequadas à construção civil e apresenta-se como alternativa adequada ao consumo de areia natural em larga escala.

A produção da areia artificial se dá por intermédio de uma britadeira especial que faz a "rebritagem" do fino da brita, deixando-o nas mesmas condições da areia natural.

A areia artificial leva uma vantagem em relação a natural por ser mais uniforme, facilitando sua associação à argamassa e ao concreto. A areia natural, por causa das diferenças geológicas, sofre variações.

2.1.3. Aditivos

Como as argamassas estabilizadas possuem tempos altos de trabalhabilidade, esta necessita do uso de aditivos capazes de trazer estas características. Tais aditivos são os incorporadores de ar e retardadores de pega.

2.1.3.1. Aditivos incorporadores de ar

De acordo com as informações do fabricante Basf, os aditivos incorporadores de ar, são líquidos com ausência de cloretos. Servem para tornar o concreto mais resistente a ação de agentes agressivos, deixando assim o concreto e a argamassa com menos permeabilidade.

As microbolhas formadas por esse aditivo aumentam o desempenho e a trabalhabilidade da argamassa, atendendo as exigências da NBR 11768 (Tipo P e IAR) (ABNT,2011) e sendo compatível com os diversos tipos de cimento.

Os aditivos incorporadores de ar apresentam benefícios como:

- Melhora a trabalhabilidade para um mesmo fator A/C;
- Melhora o fator coesão da argamassa e do concreto;
- Diminui a facilidade do concreto ou argamassa segregar;
- Corrige a deficiência granulométrica;
- Dá um bom aspecto no acabamento da superfície;
- Permite um bom aspecto no acabamento final das peças.

Os aditivos devem ser adicionados ao concreto ou argamassa ao final da mistura, os componentes não podem estar secos, nas medidas de 0,05 a 1,0% S.P.C. (sobre o peso do cimento). Estas medidas são usadas apenas como referências, não sendo dispensáveis testes laboratoriais.

A dosagem ideal pode variar de acordo com a quantidade de ar incorporado desejado, tipo de cimento e quantidade de finos tipo na mistura.

2.1.3.2. Aditivo retardador de pega para argamassa

De acordo com as informações do fornecedor Basf, o aditivo líquido retardador e estabilizador são livres de cloretos, aumentam o tempo de trabalhabilidade da massa sem afetar posteriormente a sua resistência. Atende os requisitos da norma brasileira NBR 11768 (Tipo P, R e PR) (ABNT,2011).

Os aditivos retardadores de pega apresentam benefícios como:

- Maior trabalhabilidade;
- Aumento de coesão e ausência de segregação;
- Ganho de resistência à compressão;
- Aumento da resistência à flexão;
- Redução da fissuração;
- Redução de permeabilidade;
- Aumento de durabilidade da argamassa;
- Redução nos custos globais da obra, uma vez que a argamassa é entregue à granel.

O aditivo retardador de pega deve ser adicionado após a mistura dos materiais, junto com a segunda parte da água de amassamento a ser utilizada. Ele não deve ser adicionado aos componentes secos. Quando utilizado com outros aditivos, deve ser adicionado separadamente.

O consumo deve ser definido baseado em ensaios de laboratório e industriais. Dosagem 0,2% à 2,0% em relação ao peso do cimento. Para 50kg de cimento, deve-se utilizar de 100 à 1000ml de aditivo retardador.

2.1.4. Água

De acordo com a NBR 15900-1 (ABNT,2009) , as águas oriundas do abastecimento público são adequadas para uso em misturas de concreto e argamassas.

Caso não seja possível a captação da rede pública, outras fontes como a captação subterrânea e outros corpos d'água podem ser utilizados, porém, esta água deve ser analisada e atender os seguintes parâmetros:

- pH entre 6,0 e 8,0;
- Matéria orgânica (em oxigênio consumido) = 5 mg/l;
- Resíduos sólidos = 4000 mg/l;
- Sulfatos = 2000 mg/l;
- Cloretos = 4500 mg/l;
- Açúcar = ausente.

Segundo pesquisado no Estudo Técnico - Propriedades do Concreto Endurecido (ABCP ET-61), a qualidade da água para uso na argamassa é considerada um fator de variação na sua resistência. As impurezas da água podem interferir na pega do cimento ou na resistência da argamassa.

Deve-se distinguir aqui os efeitos da água da mistura dos efeitos das águas agressivas sobre a argamassa endurecida. Algumas dessas águas podem ser utilizadas ou contraindicadas na dosagem de uma argamassa. É comum dizer-se que a água adequada para a argamassa é a potável, no entanto, há águas que, não sendo potáveis, apresentam até aspecto ruim e mau odor, podem ser utilizadas.

Por outro lado, águas que podem ser bebidas com pequenas quantidades de açúcar e citratos, são impróprias para o amassamento.

Os limites considerados seguros para a água salobra, que contém cloretos e sulfatos, são de 500ppm para os cloretos e 1000ppm para os sulfatos. Convém, no entanto, chamar a atenção para o fato de que as águas contendo maiores quantidades desses sais tem sido utilizadas satisfatoriamente.

Apresentando raramente valor de pH inferior a 4, as águas naturais têm sua acidez rapidamente neutralizada pelo cimento. Já a alcalinidade alta pode determinar, além de alterações no tempo de pega, redução nos valores das tensões finais de rupturas.

No caso da água ser carregada de silte, deve a mesma ser posta em repouso até que a sua turbidez fique abaixo de 2000ppm.

Quanto a quantidade de água empregada, é sabida a sua influência na resistência através da relação água/cimento. No entanto não se deve esquecer o fato de que a utilização de pouca água, formando uma argamassa seca, pode resultar em redução de trabalhabilidade dessa argamassa.

2.2. ARGAMASSA

Por anos, o homem sempre teve a necessidade de construir suas moradas. Por eras que antecederam o império romano, o homem já individualizava seus espaços por meios de tijolos e revestimentos artificiais.

Para PAULO, 2006 *apud* BAYER e LUTZ, as argamassas já existem a mais de 8mil anos, sendo utilizadas em uma fina camada para o assentamento dos tijolos de adobe, utilizando-se apenas de argila e água.

ALVAREZ (2007) diz que na Mesopotâmia, como havia ausência de pedras, os tijolos foram essenciais para as construções. As argamassas eram fabricadas a partir de lama argilosa, misturada com excrementos de gado e palha.

Com o passar dos anos, as argamassas foram evoluindo em seu desenvolvimento, onde temos hoje as argamassas hidráulicas.

Estas argamassas também foram encontradas em elaborados revestimentos antecedentes aos romanos. Eras como o século II AC, tiveram estes revestimentos executados na Índia. Estes revestimentos eram feitos a partir da areia, leitada de cal, pedaços de tijolos e resinas naturais (frutos). Posteriormente, estes produtos eram misturados e prensados por pedras puxadas por animais. (ALVAREZ, 2007)

Para PAULO (2006), as civilizações romanas foram as que iniciaram o uso das argamassas hidráulicas com aditivos inertes (cinzas vulcânicas), usando-as para pavimentação e união de blocos das edificações.

As argamassas como conhecemos hoje, são produtos bem mais recentes, sendo criadas a partir da descoberta do cimento Portland (COIMBRA e MORELLI, 1999).

Como cita GUIMARÃES (2002), a argamassa de cimento Portland é dada como: “Mistura plástica cimentosa composta principalmente de cal hidratada, cimento Portland, areia e água, com ou sem aditivos, que penetra nas reentrâncias dos blocos construtivos, aglomerando-os firmemente.”

A argamassa de cimento Portland, tem várias formas de utilização, podendo esta ser preparada em obra, industrializada ou dosada em central.

Para a ABNT (2013), em sua norma NBR 13529, ela define argamassa preparada em obra como argamassa simples ou mista, onde seus componentes são medidos em volume ou massa e misturados na própria obra.

Ainda segundo a ABNT (2013), a argamassa industrializada é definida como produto proveniente da dosagem controlada, em instalação própria, de aglomerante de origem mineral, agregado miúdo e, eventualmente, aditivo e adição em estado seco e homogêneo, ao qual basta o usuário adicionar a quantidade recomendada de água para a mistura.

Já a argamassa dosada em central, é definida pela ABNT (2013) como argamassa simples ou mista que tem seus materiais medidos em massa

2.2.1. TIPOS DE ARGAMASSA

2.2.1.1. Argamassa dosada na obra

Para a ABNT (2013), em sua norma NBR 13529, ela define argamassa preparada em obra como argamassa simples ou mista, onde seus componentes são medidos em volume ou massa e misturados na própria obra.

As argamassas dosadas em obras, são as mais utilizadas no país, segundo RECENA (2008). Normalmente, são compostas por aglomerantes, água e agregados, podendo levar aditivos ou não, e sua dosagem é definida a partir destes materiais empregados.

Para REGATTIERI e SILVA (2003), estas argamassas necessitam de maior espaço na obra para armazenamento, fabricação e maior demanda de mão de obra, envolvendo maior transporte de materiais.

2.2.1.2. Argamassa industrializada

Segundo a ABNT (2013), a argamassa industrializada é definida como produto proveniente da dosagem controlada, em instalação própria, de aglomerante de origem mineral, agregado miúdo e, eventualmente, aditivo e adição em estado seco e homogêneo, ao qual basta o usuário adicionar a quantidade recomendada de água para a mistura.

Segundo ALVES (2006), estas argamassas podem ter um ou mais aglomerantes, aditivos para aderência mecânica e química e material inerte como ingredientes.

Para RECENA (2008), as argamassas industrializadas em sacos, são encontradas facilmente no mercado e bastam a adição de água para sua mistura. Estas argamassas podem ser a base de cimento Portland, aditivos e adições ou cal. Os seus agregados podem ser oriundos de rio ou artificiais.

2.2.1.3. Argamassa em silos

As argamassas fornecidas em silos têm sua dosagem mecanizada, onde o equipamento de mistura pode ser acoplado no próprio silo ou em outro equipamento que se encontrará nos pavimentos da construção onde se efetuará a mistura.

2.2.1.4. Argamassa estabilizada

A argamassa estabilizada é composta por areia, água, cimento e aditivos líquidos.

Aditivos são utilizados para otimização da argamassa, melhorando o seu desempenho e permitindo um maior tempo de manutenção.

A argamassa dosada em central, é definida pela ABNT (2013) como argamassa simples ou mista que tem seus materiais medidos em massa.

Segundo NETO et. al. 2010, a argamassa estabilizada é uma argamassa dosada em usina, adequada para uso em até 72 horas, dependendo do seu traço. Para atingir este tempo de trabalhabilidade, são adicionados aditivos retardadores de pega e incorporadores de ar.

Para FERREIRA (2016), argamassas dosadas em central possuem um alto nível de controle de qualidade dos materiais utilizados, bem como alto controle de qualidade das misturas feitas. Estas argamassas são transportadas em caminhão betoneira até o canteiro de obras.

HERMANN e ROCHA (2013) dizem que por haver um alto controle na argamassa estabilizada, o risco de patologias ligadas ao erro de dosagem é reduzido.

Porém, durante o recebimento do material na obra requer alguns cuidados como área reservada para estocagem em caixas específicas, aplicação de um filme hídrico com água limpa e necessário seguir à risca o prazo em aberto informado pela usina.

A utilização deste tipo de argamassa, auxilia no controle e produção de uma obra, desde o recebimento do material até a aplicação, como:

- entrega em qualquer horário e quantidade desejada;
- caixas próprias para armazenamento;

- fácil controle de estoque (apenas um item);
- facilidade na conferência do volume recebido, devido as caixas específicas com metragem definida;
- possibilidade de estocagem de grande quantidade de material;
- utilização imediata, não há necessidade de fazer nenhuma mistura;
- fácil manuseio e deslocamento no canteiro de obras, através de caixas de diversos tamanhos, giricas e carrinhos;
- redução do entulho gerado com argamassa convencional;
- aumento de 25% do rendimento;
- alta trabalhabilidade;
- maior impermeabilidade;
- melhor acabamento e aderência;
- melhor isolamento acústico;
- utilizado areia de alta qualidade e curva granulométrica constante;
- composição desenvolvida para privilegiar desempenho;
- dosagem e mistura precisas automáticas;
- incorporação dosada de aditivos;
- maior homogeneidade;
- otimização da mão de obra;
- dispensa uso de operários na preparação de argamassas;

2.3. CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS

Para caracterizar a argamassa, afim de cumprir suas funções adequadamente, é necessário atender os requisitos definidos nas normas brasileiras relativas ao estado fresco e endurecido. O não cumprimento destas normas, pode afetar no resultado final da argamassa, apresentando manifestações patológicas.

2.3.1. Ensaios no estado Fresco

Algumas características responsáveis pela qualidade final do concreto devem ser verificadas antes do seu processo de endurecimento, ou seja, no estado fresco.

O teor de ar incorporado, a trabalhabilidade, a aderência inicial, a retenção de água e a retração na secagem são algumas das características que podem atestar a qualidade do concreto no estado fresco.

2.3.1.1. Teor de ar incorporado

O controle do teor de ar incorporado é fundamental na qualidade do concreto, quer seja para verificar limites máximos e mínimos desejáveis de ar incorporado, ou para identificar teores de vazios de ar no concreto.

No Brasil, os procedimentos para determinação de ar incorporado no concreto fresco pelo método gravimétrico são descritos pela norma técnica NBR 9833 (ABNT,2008) e pelo método pressométrico, a NBR NM 47 (ABNT,2003). Estudos comparativos de métodos de determinação de teor de ar incorporado em argamassas mostraram que os métodos gravimétricos e pressométrico não consideram a absorção dos agregados (SCHANKOSKI et al., 2012).

O medidor de ar tipo pressométrico é o equipamento utilizado para a realização do ensaio de medição de ar incorporado no concreto, o qual consiste de um recipiente hermeticamente fechado, que é preenchido com concreto fresco. Através de orifícios, é injetada a água no recipiente fechado, de forma a expulsar o ar do concreto. Na saída do ar, manômetros detectam o teor liberado e indicam o percentual de ar na mistura. É importante ressaltar que o teor de ar medido refere-se a todo o ar presente no concreto, ou seja, a soma do ar aprisionado e o ar incorporado.

2.3.1.2. Trabalhabilidade

A trabalhabilidade, segundo CARASEK (2007), é a propriedade das argamassas no estado fresco que determina a facilidade com que elas podem ser misturadas, transportadas, aplicadas, consolidadas e acabadas em uma condição homogênea. Suas características estão relacionadas com a coesão, consistência, plasticidade, viscosidade, adesividade e massa específica. A facilidade em ser aplicada e distribuída por toda a superfície, é sua principal função, garantindo o preenchimento das reentrâncias. A presença da cal e de aditivos incorporadores de ar, por exemplo, melhoram essa propriedade até um determinado limite.

2.3.1.3. Aderência inicial

É a capacidade que a argamassa apresenta para ancorar na superfície da base através da penetração da pasta nos poros, reentrâncias e saliências seguidos do endurecimento gradativo da pasta. A aderência inicial depende das outras propriedades da argamassa no estado fresco; das características da base de aplicação, como a porosidade, rugosidade, condições de limpeza; da superfície de contato efetivo entre a argamassa e a base. Para se obter uma adequada aderência inicial, a argamassa deve apresentar a trabalhabilidade e retenção de água adequadas à sucção da base e as condições de exposição. Deve, também, ser comprimida após a sua aplicação, para promover o maior contato com a base. Além disso, a base deve estar limpa, com rugosidade adequada e sem oleosidade. Caso essas condições não sejam atendidas, pode haver problema com a aderência, como a perda de aderência em função da entrada rápida da pasta nos poros da base, por exemplo. Isso acontece devido à sucção da base ser maior que a retenção de água da argamassa, causando a descontinuidade da camada de argamassa sobre a base.

2.3.1.4. Retenção de água

Segundo MACIEL, BARROS E SABBATINI (1998), retenção de água é a capacidade que a argamassa apresenta de reter a água de amassamento contra a sucção da base ou contra a evaporação. A retenção permite que as reações de endurecimento da argamassa se tornem mais gradativa, promovendo a adequada hidratação do cimento e consequentemente ganho de resistência. A rápida perda de água, compromete a aderência, a capacidade de absorver deformações, a resistência mecânica e, com isso, a durabilidade e a estanqueidade do revestimento e da vedação ficam comprometidas. A determinação da retenção de água pode ser avaliada pelo método da norma NBR 13277 (ABNT,2005) – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água.

2.3.1.5. Retração na secagem

A retração na secagem ocorre em função da evaporação da água de amassamento da argamassa e, também, pelas reações de hidratação e carbonatação dos aglomerantes. A retração pode acabar causando a formação de fissuras no revestimento. As fissuras podem ser prejudiciais ou não prejudiciais (microfissuras). As fissuras prejudiciais são aquelas que permitem a percolação da água pelo revestimento já no estado endurecido, comprometendo a sua estanqueidade à água. Os fatores que influenciam essa propriedade são: as características e o proporcionamento dos materiais constituintes da argamassa; a espessura e o intervalo de aplicação das camadas; o respeito ao tempo de sarrafeamento e desempenho.

2.3.2. Ensaio Endurecido

2.3.2.1. Aderência à base

Aderência à base é a propriedade do revestimento manter-se fixo ao substrato, através da resistência às tensões normais e tangenciais que surgem na interface base-revestimento. É resultante da resistência de aderência à tração, da resistência de aderência ao cisalhamento e da extensão de aderência da argamassa. A aderência depende: das propriedades da argamassa no estado fresco; dos procedimentos de execução do revestimento; da natureza e características da base e da sua limpeza superficial.

CARASEK (2007) informa que a aderência da argamassa endurecida ao substrato é um fenômeno essencialmente mecânico devido, basicamente, a penetração da pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros ou entre as rugosidades da base de aplicação. Outra parcela menos significativa que contribui para a aderência das argamassas aos substratos são as ligações secundárias do tipo Van der Waals.

Quando a argamassa no estado plástico entra em contato com a superfície absorvente do substrato, parte da água de amassamento, que contém em dissolução ou estado coloidal os componentes do aglomerante, penetra pelos poros e pelas cavidades do substrato. No interior dos poros ocorrem fenômenos de precipitação dos produtos de hidratação do cimento e da cal, e transcorrido algum tempo, esses precipitados intracapilares exercem ação de ancoragem da argamassa à base.

A resistência de aderência à tração do revestimento pode ser medida através do ensaio de arrancamento por tração, de acordo com a norma NBR 13749 (ABNT,1996).

2.3.2.2. Absorção de deformações

A absorção de deformações, de acordo com MACIEL, BARROS E SABBATINI (1998) é a propriedade que o revestimento apresenta quando exposto a pequenas tensões, devendo suportar as mesmas sem apresentar rupturas ou deformações que comprometam sua estrutura, aderência, estanqueidade e durabilidade. Segundo CARASEK (2007) as deformações podem ser de grande ou de pequena amplitude. O revestimento só tem a responsabilidade de absorver as deformações de pequena amplitude que ocorrem em função da ação da umidade ou da temperatura e não as de grande amplitude, provenientes de outros fatores, como recalques estruturais, por exemplo.

A capacidade de absorver deformações depende:

- módulo de deformação da argamassa: quanto menor for o módulo de deformação (menor teor de cimento), maior a capacidade de absorver deformações;
- espessura das camadas: espessuras maiores contribuem para melhorar essa propriedade, entretanto, deve-se tomar cuidado para não se ter espessuras excessivas que poderão comprometer a aderência;
- juntas de trabalho do revestimento: as juntas delimitam panos com dimensões menores, compatíveis com as deformações, contribuindo para a obtenção de um revestimento sem fissuras prejudiciais;
- técnica de execução: a compressão após a aplicação da argamassa e, também, a compressão durante o acabamento superficial, iniciado no momento correto, vão contribuir para o não aparecimento de fissuras.

2.3.2.3. Durabilidade

É uma propriedade do período de uso do revestimento, resultante das propriedades do revestimento no estado endurecido e que reflete o desempenho do revestimento frente as ações do meio externo ao longo do tempo. Alguns fatores prejudicam a durabilidade do revestimento, tais como: a fissuração do revestimento, a espessura excessiva, a cultura e proliferação de microorganismos, a qualidade das argamassas e a falta de manutenção.

2.3.2.4. Permeabilidade

A permeabilidade está relacionada à passagem de água pela camada de revestimento, constituída de argamassa, que é um material poroso e permite a percolação da água tanto no estado líquido como de vapor. É uma propriedade bastante relacionada ao conjunto base-revestimento. O revestimento deve ser estanque à água, impedindo a sua percolação. Mas, é recomendável que o revestimento seja permeável ao vapor para favorecer a secagem de umidade de infiltração (como a água da chuva, por exemplo) ou decorrente da ação direta do vapor de água, principalmente nos banheiros. Quando existem fissuras no revestimento, o caminho para percolação da água é direto até a base e, com isso, a estanqueidade da vedação fica comprometida. Essa propriedade depende: da natureza da base, da composição e dosagem da argamassa, da técnica de execução, da espessura da camada de revestimento e do acabamento final.

2.3.2.5. Retração

A retração ocorre devido à perda rápida e acentuada da água de amassamento e pelas reações na hidratação dos aglomerantes, fatos que provocam as fissuras nos revestimentos. As argamassas ricas em cimento apresentam maiores disponibilidades para o aparecimento de fissuras durante a secagem. Segundo FIORITO (2003), o endurecimento da argamassa é acompanhado por uma diminuição do volume em função da perda de água evaporável ocasionada pelas relações de hidratação. Mesmo após a secagem nota-se variações dimensionais em função do grau higrométrico do ambiente, tal fenômeno é conhecido como “retração”. CARASEK (2007) afirma que a retração é resultado de um mecanismo complexo, associado com a variação de volume da pasta aglomerante e apresenta papel fundamental no desempenho das argamassas aplicadas, especialmente quanto à estanqueidade e à durabilidade.

2.3.2.6. Resistência de aderência à tração

O ensaio realizado para analisar o estado de consolidação interna do revestimento, afim de constatar a capacidade de suportar esforços mecânicos por tensões à tração é nomeado de ensaio de resistência de aderência à tração.

Muitos fatores podem impactar na resistência do revestimento, iniciando pela qualidade dos agregados e aglomerantes, quantidade excessiva ou reduzida de água e a aplicação do material.

Quanto melhor a compacidade após a aplicação, menor a porosidade e permeabilidade dos revestimentos.

2.4. SUBSTRATO BLOCO DE CONCRETO

A NBR 13529 (ABNT,1995) define no item 3.1.1.3:

“Base ou substrato: Parede ou teto constituídos por material inorgânico, não-metálico, sobre os quais o revestimento é aplicado”.

A NBR 13755 (ABNT,1996) - Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento, define:

“Substrato constituído por superfície plana de paredes, sobre o qual é aplicada a argamassa colante, para assentamento das placas cerâmicas. Esta Norma se aplica a paredes constituídas pelos materiais relacionados a seguir e revestidas com chapisco, emboço e, eventualmente, camada intermediária de argamassa de regularização:

- a) concreto moldado in loco;
- b) concreto pré-moldado;
- c) alvenaria de tijolos maciços;
- d) alvenaria de blocos cerâmicos;
- e) alvenaria de blocos vazados de concreto;
- f) alvenaria de blocos de concreto celular;
- g) alvenaria de blocos sílico-calcáreos.

O substrato é a camada sobre a qual estão aplicadas a argamassa colante e a placa cerâmica. O substrato é constituído por uma argamassa aplicada sobre uma base”.

A NBR 7200 (ABNT, 1998) especifica que as bases de revestimentos devem atender às exigências de planeza, prumo e nivelamento fixadas nas respectivas normas de alvenaria e estrutura de concreto.

Os sistemas serão aplicados sobre uma base ou substrato formando um conjunto bem aderido e contínuo, necessário ao atendimento do desempenho global. Os substratos devem ser adequados ou preparados a receber o revestimento. Assim, caso os mesmos não tenham a adequabilidade necessária (ao atendimento dos quesitos que permitam uma execução satisfatória e o atendimento de um bom desempenho), deve-se optar pelo uso de elementos que venham a compor uma solução satisfatória em âmbito geral. Um exemplo desta situação é a utilização do chapisco como preparação de base para aplicação da argamassa. (BAUER, 2005)

BAUER (2005) classifica os substratos de diferentes formas, sendo as mais comuns:

- a) Pela natureza dos materiais constituintes: alvenaria de blocos cerâmicos, blocos de concreto, blocos de concreto celular, elementos estruturais em concreto (pilares, vigas e lajes);
- b) pela função: elementos de vedação e estruturais;
- c) por suas características físicas: textura, porosidade, capacidade de sucção de água (absorção capilar) e propriedades mecânicas.

Quanto aos aspectos superficiais do substrato, a porosidade é fundamental, por influenciar no transporte de água (sucção da água da argamassa), principalmente nos momentos iniciais após a aplicação. Este transporte influencia, sobretudo, nas propriedades de processo, afetando principalmente o tempo de sarrafeamento da argamassa aplicada. Dados de pesquisa mostram que para blocos de concreto tem-se que em até 30 minutos, absorve-se 50% do total possível de água (PAES, BAUER e CARASEK, 2003). Esta movimentação de água atua também sobre a aderência revestimento-substrato. Neste sentido, a sucção de água não pode nem ser muito baixa, como também não deve ser excessivamente alta.

Segundo BAAUER (2005), a textura do substrato (rugosidade) é importante no desenvolvimento da aderência. As rugosidades são pontos de ancoragem da argamassa aplicada, auxiliando na aderência. Por sua vez, substratos rugosos possuem maior área de contato com a argamassa aplicada, melhorando potencialmente as condições de aderência. Substratos lisos, geralmente levam à valores de aderência menores, devendo-se sempre preparar as superfícies com o intuito de torná-las adequadamente rugosas.

A preparação de base para recebimento do revestimento engloba um conjunto de operações importantes, tanto do ponto de vista da execução do revestimento (permitindo que a argamassa ao ser lançada tenha adesão ao substrato), como também do enfoque sobre a aderência argamassa-substrato. Assim, têm-se: a remoção de resíduos, correção de irregularidades, remoção de incrustações metálicas e o preenchimento de furos, rasgos e depressões localizadas, lavagem e pré-umedecimento.

Com o intuito de melhorar e adaptar o substrato emprega-se rotineiramente o chapisco, o qual visa em sua essência fornecer ao substrato uma textura adequadamente rugosa e com porosidade adequada ao desenvolvimento da aderência. A textura rugosa atua também nos momentos iniciais após a aplicação, favorecendo o mecanismo de adesão inicial.

É preciso preencher os vazios provenientes de rasgos, quebra parcial de blocos, depressões localizadas e outros defeitos com argamassas de mesmo traço da que será utilizada no revestimento. (YAZIGI, 2006)

As diferentes características das bases de aplicação interferem, de forma significativa, nas propriedades do revestimento de argamassa, devendo ser consideradas desde o momento da definição da argamassa. A absorção de água, a porosidade e a rugosidade da base, por exemplo, vão influenciar a aderência da argamassa.

A tabela 1 resume as principais características das bases de aplicação do revestimento, que são variáveis para as diferentes bases. (MACIEL, BARROS e SABBATINI, 1998)

Tabela 1. Características das bases de aplicação do revestimento

Bases	Características
Alvenaria (diferentes componentes)	Absorção de água Porosidade Resistência mecânica Movimentações higroscópicas
Estrutura (concreto)	Rugosidade Homogeneidade

Fonte: MACIEL, BARROS e SABBATINI, 1998

2.5. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Segundo SABBATINI, CARDOSO (2013) patologia das edificações é compreendida como a ciência que estuda as origens, causas, mecanismos de ocorrência, manifestações e consequências das situações em que os edifícios e suas partes deixam de apresentar o desempenho mínimo pré-estabelecido.

A garantia de um revestimento argamassado duradouro requer atenção desde a concepção do projeto até sua aplicação. Muitos fatores podem afetar o resultado final.

As manifestações mais encontradas utilizando este tipo de revestimento argamassado são as fissuras mapeadas.

Segundo JERÔNIMO, NETO (2008), as fissuras são aberturas minúsculas superficiais, que podem ter origem no substrato, devendo investigar durante a vistoria. Possuem aberturas inferiores a 0,5mm e pouco profunda. São classificadas conforme o tipo em mapeadas, geométricas, horizontais, verticais ou inclinadas.

As fissuras mapeadas têm formas variada e se distribuem por toda a superfície, conforme a figura 1.



Figura 1 Fissura Mapeada

As principais fontes originárias: retração da argamassa de base, devido a excesso de finos na argamassa, ou seja, argamassa rica, secagem rápida e por excesso de desempenamento.

3. PROGRAMA EXPERIMENTAL

3.1. MATERIAIS UTILIZADOS

3.1.1. Bloco de Concreto

Foram utilizados no programa experimental blocos de concreto com função estrutural da marca Sigma com resistência de 8,0fbk e medidas de 19x19x39 cm (LxAxC).

3.1.2. Argamassa Industrializada

Foi utilizada parte de um saco de 20kg de argamassa industrializada, da marca Precon, assentamento e revestimento uso interno e externo, imagem 2.

A argamassa foi preparada conforme instruções do fabricante, adicionando apenas água e misturada de forma homogênea.

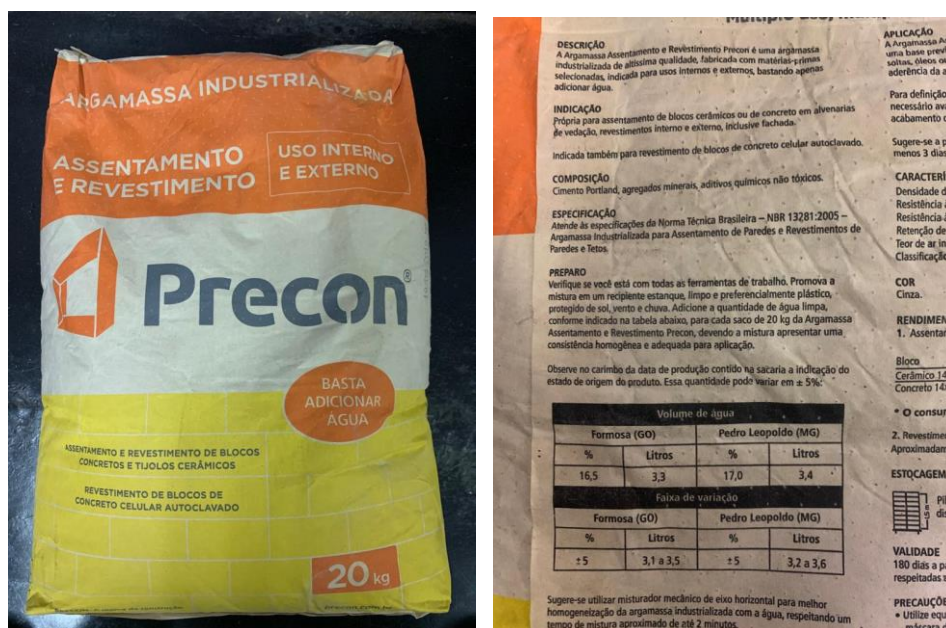


Figura 2 Argamassa convencional utilizada

3.1.3. Argamassa Estabilizada

A argamassa estabilizada foi fornecida por uma usina de concreto da cidade de Belo Horizonte. Ao visitar o local, foi verificado a qualidade da areia (figura 3), o processo de controle e a mistura do material.

A areia utilizada na argamassa estabilizada é artificial possuindo uma granulometria uniforme.



Figura 3 Areia

A concreteira possui sistema automatizado de dosagem e controle do traço da argamassa, desta maneira, reduz a chance de haver falha humana na fabricação da argamassa estabilizada, assim também reduz a chance de manifestações patológicas no revestimento.

A argamassa estabilizada fornecida possui traço básico, slump 16+-2 e tempo em aberto de 36 horas, conforme informado pela concreteira.



Figura 4 Armazenamento da areia



Figura 5 Armazenamento dos aditivos retardador e incorporador

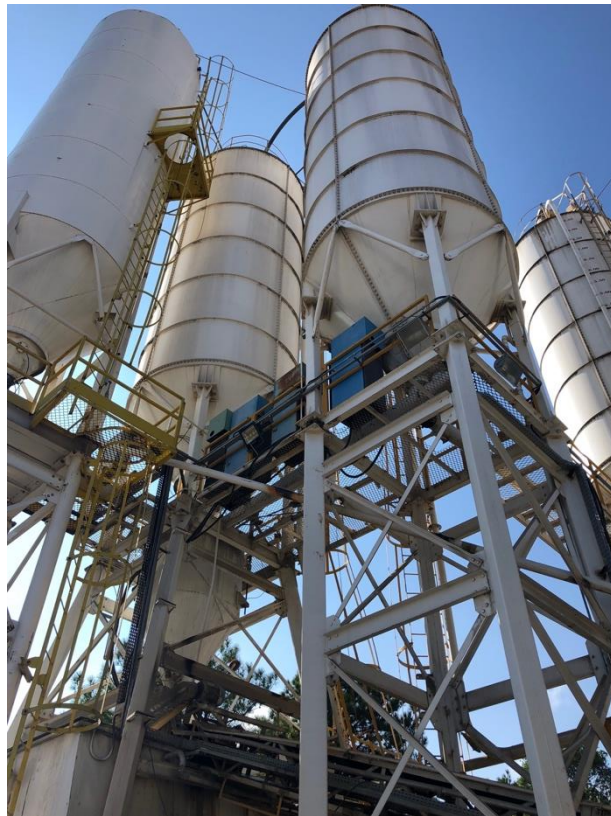


Figura 6 Usina

A argamassa foi liberada às 09:00 horas do dia 08/05/2019, e armazenada em recipientes com tampa para ser transportada até o Via Shopping Barreiro, local de moldagem dos corpos de prova, onde foi reservada uma área no estacionamento desativado, próximo a uma janela afim de garantir a influência do tempo durante o processo de cura da argamassa.



Figura 7 Recipiente para transporte da argamassa estabilizada



Figura 8 Recolhimento da argamassa estabilizada na usina

3.2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3.2.1. Preparo dos corpos de prova

Foram selecionados 20 blocos de concreto, confeccionado a forma na medida do bloco (39x19x19) cm, com sobra de 3,00 cm acima do nível do bloco, afim de delimitar o nível correto de preenchimento da argamassa sobre o bloco.



Figura 9 Forma executada para garantir a espessura correta de argamassa

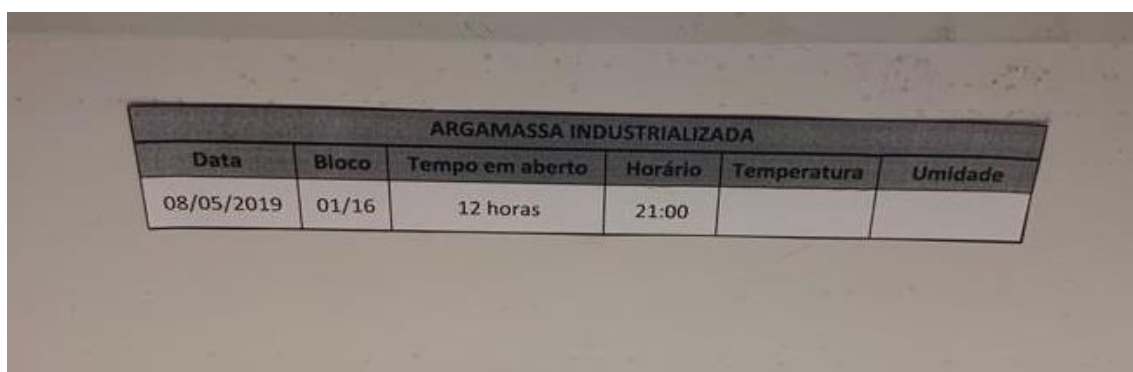
Após a execução das formas, os corpos de prova foram colocados em fileiras de 4 unidade, totalizando 5 fileiras aos quais 4 serão identificadas como argamassa industrializada, representada pela argamassa estabilizada e 1 fileira como argamassa convencional.

As aplicações da argamassa foram definidas após a mistura e liberação na usina nos seguintes períodos: 12 horas, 24 horas, 36 horas e 42 horas. Sendo aplicados nos seguintes horários:

- 08/05/2019: 21:00 horas - Tempo em aberto 12 horas;
- 09/05/2019: 09:00 horas - Tempo em aberto 24 horas;
- 09/05/2019: 21:00 horas - Tempo em aberto 36 horas;
- 10/05/2019: 09:00 horas - Tempo em aberto 48 horas.

Os CP`S foram identificados com etiquetas contendo as seguintes informações:

- tipo da Argamassa;
- data de aplicação;
- numeração do bloco;
- tempo em aberto;
- horário de aplicação;
- temperatura no momento da aplicação da argamassa;
- umidade no momento da aplicação da argamassa.



ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA					
Data	Bloco	Tempo em aberto	Horário	Temperatura	Umidade
08/05/2019	01/16	12 horas	21:00		

Figura 10 Identificação utilizada em todos os corpos de prova

A temperatura foi medida utilizando um termômetro digital tipo caneta, ao qual foi mergulhado na argamassa e registrado na identificação de cada CP, assim como a umidade do ambiente, medida pelo termo-higrômetro.



Figura 11 Termômetro digital tipo caneta e termo-higrômetro utilizado



Figura 12 Verificação da temperatura da argamassa

Antes da aplicação da argamassa, os CP'S foram limpos, afim de evitar a presença de impurezas podendo afetar na aderência da argamassa. Após a limpeza os CP's foram saturados com um borrifador, afim de aumentar a ponte de aderência entre o substrato e a argamassa.



Figura 13 Borrifador utilizado para saturar os blocos

3.2.2. Aplicação da argamassa no substrato

A primeira aplicação foi realizada nos 4 primeiros CP's referente ao tempo em aberto de 12 horas, o mesmo foi realizado às 21:00 horas, do dia 08/05/2017. O bloco de concreto foi saturado e depois foi vertida a argamassa estabilizada, fazendo a limpeza do excesso na delimitação da forma executada anteriormente, afim de garantir a espessura de 3cm, conforme NBR 13281 (ABNT,2005).



Figura 14 Blocos saturados

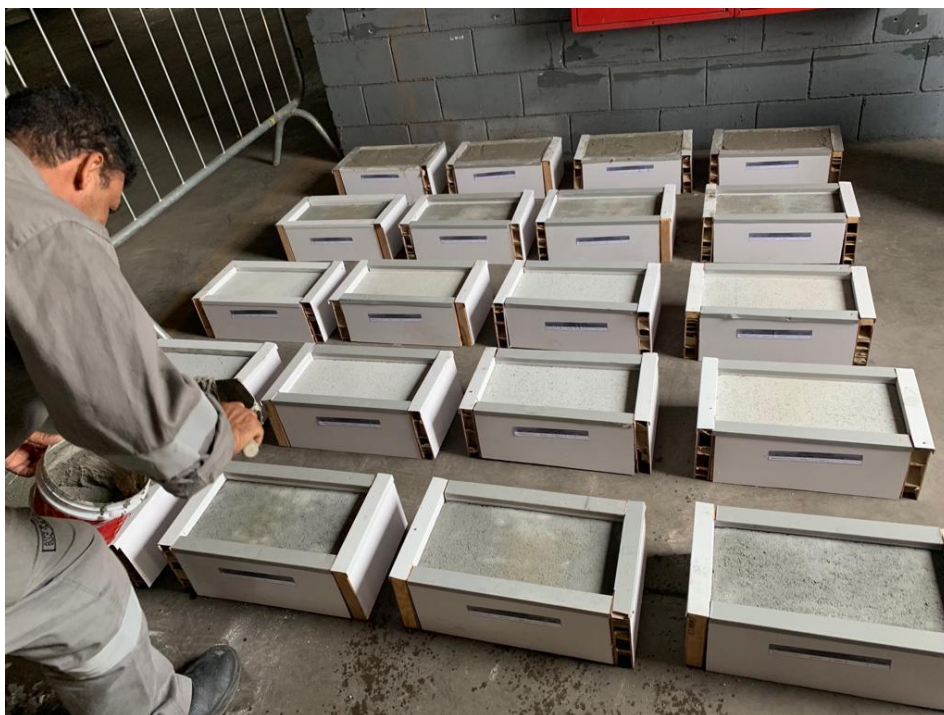
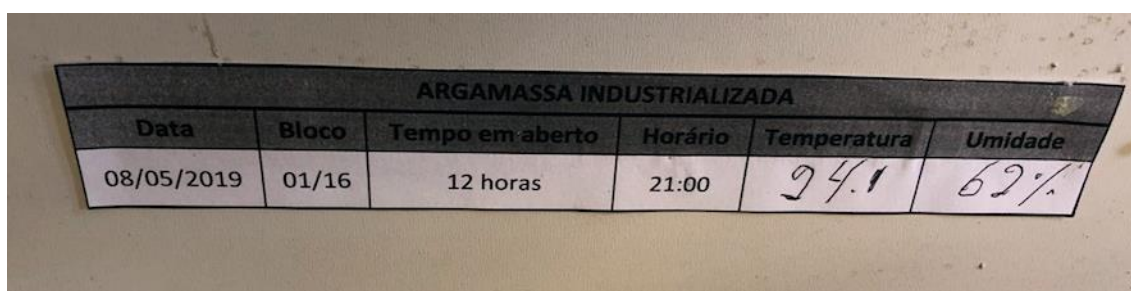


Figura 15 Aplicação da argamassa no corpo de prova saturado



ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA					
Data	Bloco	Tempo em aberto	Horário	Temperatura	Umidade
08/05/2019	01/16	12 horas	21:00	24.1	62%

Figura 16 Identificação blocos com argamassa industrializada/estabilizada

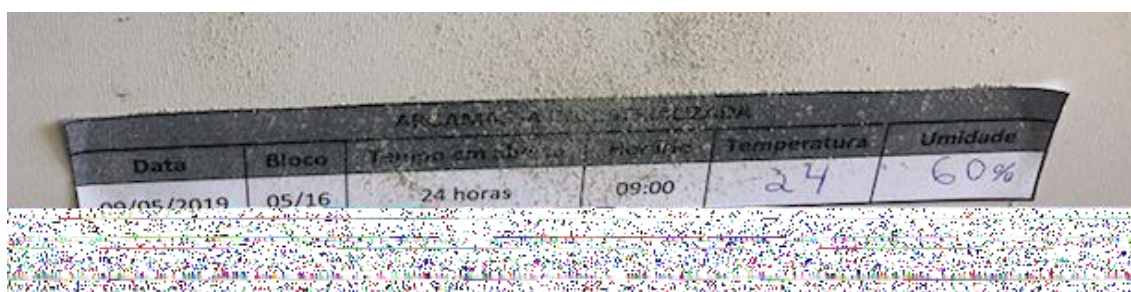
A argamassa convencional foi misturada seguindo as informações do fabricante e aplicada no dia 09/05/2019 às 09:00 horas, sendo aplicada da mesma maneira do processo da argamassa industrializada.



ARGAMASSA CONVENCIONAL					
Data	Bloco	Tempo em aberto	Horário	Temperatura	Umidade
09/05/2019	01/04	00 horas	09:00	23	60

Figura 17 Identificação blocos com argamassa convencional

A segunda fileira, referente a argamassa estabilizada com tempo em aberto de 24:00 horas foi aplicada no dia 09/05/2019 às 9:00 horas, seguindo o mesmo processo.



ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA/ESTABILIZADA					
Data	Bloco	Tempo em aberto	Horário	Temperatura	Umidade
09/05/2019	05/16	24 horas	09:00	24	60%

Figura 18 Identificação blocos com argamassa industrializada/estabilizada



Figura 19 Aplicação da argamassa no corpo de prova saturado

A terceira fileira, referente a argamassa estabilizada com tempo em aberto de 36:00 horas foi aplicada no dia 09/05/2019 às 21:00 horas, seguindo o processo anterior.

ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA					
Data	Bloco	Tempo em aberto	Horário	Temperatura	Umidade
09/05/2019	09/16	36 horas	21:00	23	58%

Figura 20 Identificação blocos com argamassa industrializada/estabilizada

A quarta e última fileira, referente a argamassa estabilizada com tempo em aberto de 48:00 horas foi aplicada no dia 10/05/2019 às 09:00 horas, seguindo o mesmo processo.

ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA					
Data	Bloco	Tempo em aberto	Horário	Temperatura	Umidade
10/05/2019	13/16	48 horas	09:00	24	60%

Figura 21 Identificação blocos com argamassa industrializada/estabilizada

Após o preenchimento de todos os blocos, foi necessário aguardar a cura do revestimento durante no mínimo 28 dias, conforme norma NBR 13.528 (ABNT,2010) para realizar o ensaio de resistência de aderência à tração.



Figura 22 Corpos de Prova com a argamassa aplicada

3.2.3. Ensaio tecnológicos de resistência de aderência a tração

O ensaio de resistência de aderência a tração é realizado para diagnosticar a propriedade da argamassa internamente,

O corte poderá ser feito a seco ou com uso de água, devendo o último ser realizado com antecedência suficiente para que o revestimento esteja seco no momento de colagem das pastilhas.

O corte deverá ser feito sempre com o equipamento em posição ortogonal a superfície e, deve atingir a superfície do substrato, avançando de 1mm a 5mm na superfície do substrato.



Figura 23 Equipamento utilizado para furação nos corpos de prova

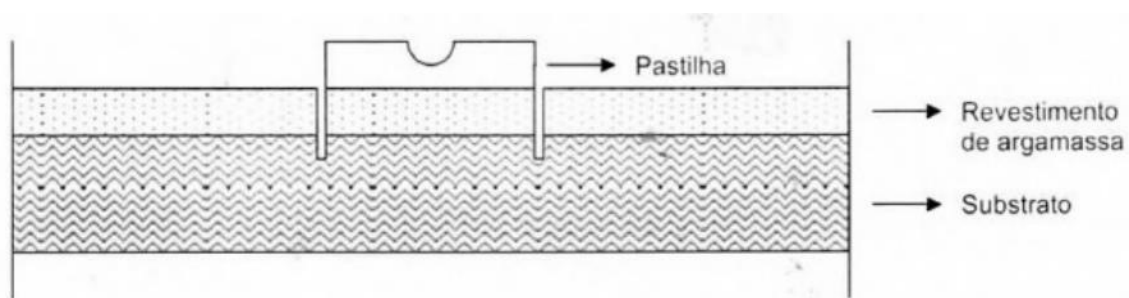


Figura 24 Delimitação do corpo-de-prova de revestimento pelo corte (ABNT,2010)
Fonte: ABNT – NBR 13528 (2010)



Figura 25 Medida do corte circular padrão



Figura 26 Corte no corpo de prova com a argamassa convencional aplicada



Figura 27 Corte no corpo de prova com a argamassa estabilizada aplicada



Figura 28 Furação em todos os corpos de prova

Após feitos os cortes, foi feita uma limpeza superficial para remover poeira e elementos que possam interferir na aderência das pastilhas com o revestimento, como óleos, graxas, desmoldantes, etc.



Figura 29 Limpeza dos resíduos superficiais com trincha



Figura 30 Vista superior - limpeza dos resíduos superficiais com trincha



Figura 31 Limpeza de todos os corpos de prova



Figura 32 Vista superior – cortes na argamassa



Figura 33 Vista superior – Diferença do corte na argamassa estabilizada e convencional

Com os blocos devidamente limpos e secos, aplica-se a cola com espátula sobre a pastilha metálica e coloca-la sobre o revestimento.

A pastilha deverá ser colada totalmente sobre a área do corte e pressionada, de forma que se garanta o espalhamento da cola. O excesso deverá ser removido com espátula e a espessura da cola não poderá exceder 5mm.



Figura 34 Medida da placa para colagem no substrato



Figura 35 Placa limpa para ser utilizada



Figura 36 Massa Plástica para aderência da placa no substrato



Figura 37 Mistura do adesivo colante

Colagem realizada no dia 13/06/2019

Início Colagem: 10:46

Término Colagem: 11:50



Figura 38 Colagem das placas nos corpos de prova



Figura 39 Colagem das placas nos corpos de prova



Figura 40 Colagem das placas nos corpos de prova

3.2.4. Ensaio

Após aferição do equipamento, este foi instalado cuidadosamente sobre o corpo de prova de forma a não acarretar forças excêntricas no ato dos ensaios.

Iniciado cada ensaio, o carregamento foi aplicado lentamente e de forma constante, até o momento da ruptura.

Rompido o corpo de prova, foi analisado então o ponto de ruptura e anotado o carregamento necessário para rompê-lo.

Com os dados da ruptura somados as dimensões das pastilhas e do corpo de prova, pode-se assim dar prosseguimento aos cálculos.

3.2.5. Cálculo dos resultados

Para cálculo da força de aderência, foi utilizada a fórmula:

$$Ra = \frac{F}{A}$$

Ra é a resistência de aderência a tração em megapascals (MPa)

F é a força de ruptura em newtons (N)

A é a área do corpo de prova em milímetros quadrados (mm²).

Tabela 2. Espessura admissível de revestimento interno e externo

Revestimento	Espessura (e) mm
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Teto interno e externo	$e \leq 20$

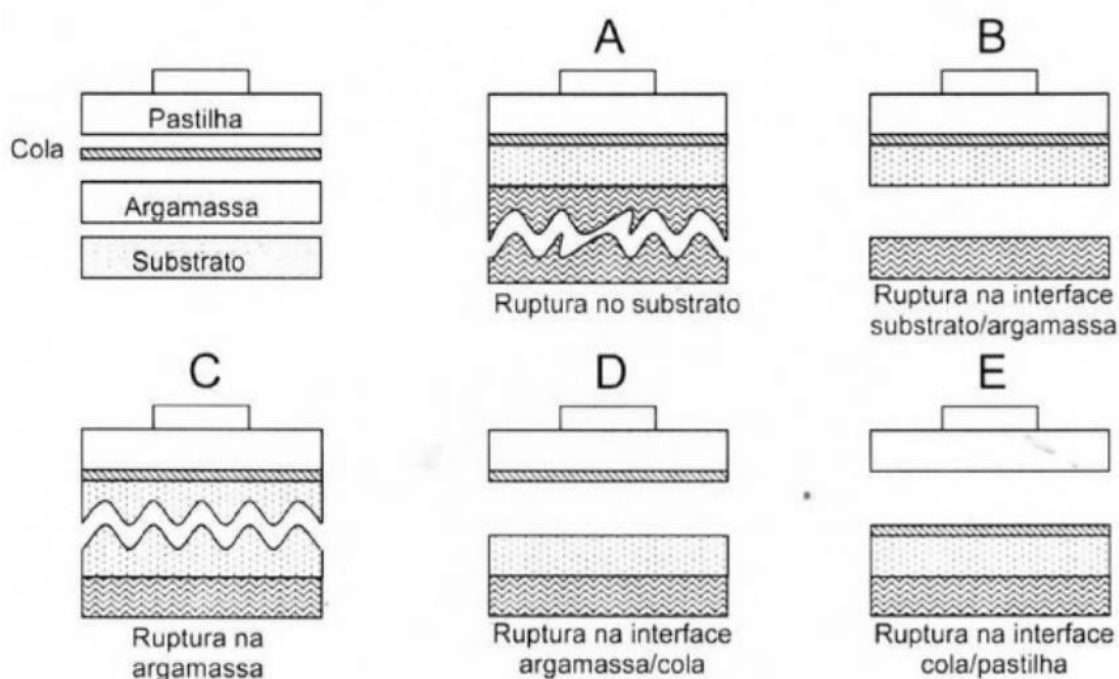
Fonte: ABNT - NBR 13749 (2013)

Tabela 3. Limites da resistência de aderência à tração (*Ra*) para emboço e camada única

Local		Acabamento	Ra (Mpa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	≥ 0,20
		Cerâmica ou laminado	≥ 0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco	≥ 0,30
		Cerâmica	≥ 0,30
Teto			≥ 0,20

Fonte: ABNT - NBR 13749 (2013)

Para as formas de ruptura, estas são classificadas conforme demonstrado na figura 2.



Fonte: ABNT – NBR 13528 (2010)

Figura 41 Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência a tração para um sistema de revestimento sem chapisco

Em caso de ruptura na interface substrato/argamassa, o valor da resistência de aderência é igual ao valor obtido no ensaio.

Nos corpos de prova em que ocorrerem ruptura nos demais casos, a resistência de aderência não foi determinada é superior ao valor obtido no ensaio.

Nos corpos de prova que houverem ruptura na interface cola/pastilha, o ensaio deverá ser desconsiderado, mostrando imperfeição na aderência da pastilha.



Figura 42 Colagem de todas as placas nos corpos de prova

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados dos ensaios de resistência de aderência à tração, realizados nas argamassas aplicadas nos corpos de prova durante o programa experimental, assim como a análise e comparação entre eles.

Foram moldados 20 corpos de prova no total, sendo 04 (quatro) para cada tempo em aberto da argamassa estabilizada: 12:00h, 24:00h, 36:00h, 48:00h e argamassa convencional.

Tabela 4. Resultados durante o período do tempo em aberto de 12h –
Temperatura 25°C e Umidade Relativa de 47%

Temperatura 25 °C Umidade Relativa de 47 %

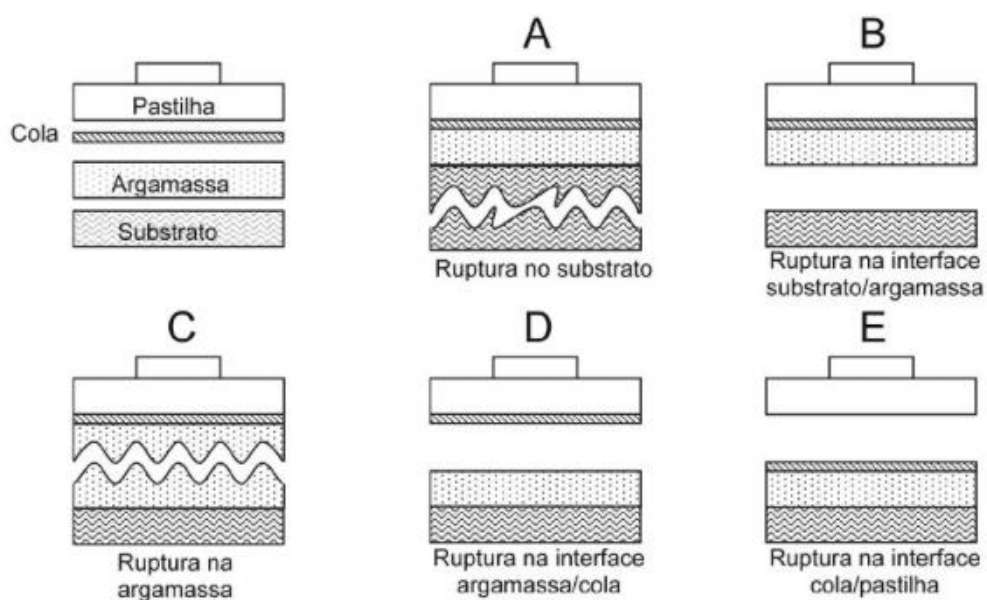
RESULTADOS OBTIDOS													
CP	Diâmetro dos cps				Local do ensaio	Carga de ruptura (N)	Resistência de aderência Ra (Mpa)		Forma de ruptura (%)				
	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm)	Área (mm²)	Bloco				S	S/A	A	A/C	C/P
1	36	40	38	1148	BL01 - 12h	190	>	0,17	-	-	100	-	-
2	34	36	35	962	BL01 - 12h	86	>	0,09	-	-	85	15	-
3	42	42	42	1393	BL01 - 12h	0	=	-	-	10	90	-	-
4	41	38	40	1232	BL02 - 12h	239	>	0,19	-	-	100	-	-
5	42	42	42	1374	BL02 - 12h	0	=	-	-	-	100	-	-
6	43	42	42	1403	BL02 - 12h	165	>	0,12	-	100	-	-	-
7	42	40	41	1324	BL03 - 12h	75	>	0,06	-	-	100	-	-
8	42	42	42	1387	BL03 - 12h	204	=	0,15	-	100	-	-	-
9	42	40	41	1329	BL03 - 12h	94	>	0,07	-	100	-	-	-
10	44	42	43	1467	BL04 - 12h	0	>	0,00	-	100	-	-	-
11	43	43	43	1440	BL04 - 12h	214	>	0,15	-	-	100	-	-
12	40	40	40	1250	BL04 - 12h	161	>	0,13	-	-	100	-	-
S: Substrato, S/A: Substrato/Argamassa, A: Argamassa, A/Cola : Argamassa/Cola , Cola/P : Cola/Pastilha													

S: Substrato, S/A: Substrato/Argamassa, A: Argamassa, A/Cola : Argamassa/Cola , Cola/P : Cola/Pastilha

Tabela 5. Limites de resistência de aderência à tração (R_a) para emboço e camada úmida (ABNT,2013)

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

Fonte: ABNT - NBR 13749 (2013)



Fonte: ABNT NBR 13749:2013

Figura 43 Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento sem chapisco (ABNT,2013)

O resultado do ensaio de resistência de aderência à tração dos 4 (quatro) CP's, conforme tabela 4, referente a argamassa estabilizada com tempo em aberto de 12:00 horas, não atendeu a norma NBR 13.528 (ABNT,2010), ao qual obteve uma média de 0,09 MPa, sendo o recomendado conforme tabela 5 de 0,20 MPa para paredes internas e 0,30 MPa para paredes externas.

Tabela 6. Resultados durante o período do tempo em aberto de 24h – Temperatura 25°C e Umidade Relativa de 47%

RESULTADOS OBTIDOS													
CP	Diâmetro dos cps				Local do ensaio	Carga de ruptura (N)	Resistência de aderência Ra (Mpa)		Forma de ruptura (%)				
	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm)	Área (mm²)	Bloco				S	S/A	A	A/C	C/P
13	40	40	40	1277	BL05 - 24h	114	>	0,09	-	-	100	-	-
14	35	36	35	986	BL05 - 24h	184	>	0,19	-	-	85	15	-
15	35	39	37	1080	BL05 - 24h	0	=	-	-	10	90	-	-
16	41	35	38	1157	BL06 - 24h	171	>	0,15	-	-	100	-	-
17	37	37	37	1072	BL06 - 24h	0	=	-	-	-	100	-	-
18	36	40	38	1142	BL06 - 24h	118	>	0,10	-	100	-	-	-
19	40	39	39	1219	BL07 - 24h	151	>	0,12	-	-	100	-	-
20	38	38	38	1151	BL07 - 24h	163	=	0,14	-	100	-	-	-
21	42	42	42	1403	BL07 - 24h	0	>	0,00	-	100	-	-	-
22	41	41	41	1313	BL08 - 24h	96	>	0,07	-	100	-	-	-
23	40	38	39	1182	BL08 - 24h	80	>	0,07	-	-	100	-	-
24	43	42	42	1401	BL08 - 24h	145	>	0,10	-	-	100	-	-
S: Substrato, S/A: Substrato/Argamassa, A: Argamassa, A/Cola : Argamassa/Cola , Cola/P : Cola/Pastilha													

O resultado do ensaio de resistência de aderência à tração dos 4 (quatro) CP's, conforme tabela 6, referente a argamassa estabilizada com tempo em aberto de 24:00 horas, não atendeu a norma NBR 13.528 (ABNT,2010), ao qual obteve uma média de 0,08 MPa, sendo o recomendado conforme tabela 5 de 0,20 MPa para paredes internas e 0,30 MPa para paredes externas.

Tabela 7. Resultados durante o período do tempo em aberto de 36h –
Temperatura 25°C e Umidade Relativa de 47%

RESULTADOS OBTIDOS													
CP	Diâmetro dos cps				Local do ensaio	Carga de ruptura (N)	Resistência de aderência Ra (Mpa)		Forma de ruptura (%)				
	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm)	Área (mm²)	Bloco				S	S/A	A	A/C	C/P
25	39	39	39	1186	BL09 - 36h	169	>	0,14	-	-	100	-	-
26	39	37	38	1142	BL09 - 36h	147	>	0,13	-	-	85	15	-
27	33	36	35	943	BL09 - 36h	0	=	-	-	10	90	-	-
28	37	40	39	1176	BL10 - 36h	47	>	0,04	-	-	100	-	-
29	42	41	42	1353	BL10 - 36h	0	=	-	-	-	100	-	-
30	40	41	40	1279	BL10 - 36h	112	>	0,09	-	100	-	-	-
31	39	34	36	1035	BL11 - 36h	102	>	0,10	-	-	100	-	-
32	36	42	39	1199	BL11 - 36h	186	=	0,16	-	100	-	-	-
33	34	34	34	915	BL11 - 36h	94	>	0,10	-	100	-	-	-
34	42	42	42	1387	BL12 - 36h	55	>	0,04	-	100	-	-	-
35	42	42	42	1403	BL12 - 36h	124	>	0,09	-	-	100	-	-
36	37	36	37	1059	BL12 - 36h	0	>	0,00	-	-	100	-	-
S: Substrato, S/A: Substrato/Argamassa, A: Argamassa, A/Cola : Argamassa/Cola , Cola/P : Cola/Pastilha													

S: Substrato, S/A: Substrato/Argamassa, A: Argamassa, A/Cola : Argamassa/Cola , Cola/P : Cola/Pastilha

O resultado do ensaio de resistência de aderência à tração dos 4 (quatro) CP's, conforme tabela 7, referente a argamassa estabilizada com tempo em aberto de 36:00 horas, não atendeu a norma NBR 13.528 (ABNT,2010), ao qual obteve uma média de 0,07 MPa, sendo o recomendado conforme tabela 5 de 0,20 MPa para paredes internas e 0,30 MPa para paredes externas.

Tabela 8. Resultados durante o período do tempo em aberto de 48h –
Temperatura 25°C e Umidade Relativa de 47%

RESULTADOS OBTIDOS														
CP	Diâmetro dos cps				Local do ensaio	Carga de ruptura (N)	Resistência de aderência Ra (Mpa)		Forma de ruptura (%)					
	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm)	Área (mm²)	Bloco				S	S/A	A	A/C	C/P	
37	41	38	40	1228	BL13 - 48h	171	>	0,14	-	-	100	-	-	
38	38	40	39	1218	BL13 - 48h	173	>	0,14	-	-	85	15	-	
39	40	40	40	1266	BL13 - 48h	0	=	-	-	10	90	-	-	
40	38	40	39	1184	BL14 - 48h	37	>	0,03	-	-	100	-	-	
41	39	40	39	1217	BL14 - 48h	0	=	-	-	-	100	-	-	
42	43	40	41	1339	BL14 - 48h	106	>	0,08	-	100	-	-	-	
43	41	42	41	1352	BL15 - 48h	269	>	0,20	-	-	100	-	-	
44	33	42	37	1102	BL15 - 48h	188	=	0,17	-	100	-	-	-	
45	43	43	43	1434	BL15 - 48h	300	>	0,21	-	100	-	-	-	
46	40	42	41	1319	BL16 - 48h	222	>	0,17	-	100	-	-	-	
47	41	35	38	1156	BL16 - 48h	102	>	0,09	-	-	100	-	-	
48	40	41	41	1296	BL16 - 48h	159	>	0,12	-	-	100	-	-	
S: Substrato, S/A: Substrato/Arcamassa, A: Arcamassa, A/Cola: Arcamassa/Cola, Cola/P: Cola/Pastilha														

S: Substrato, S/A: Substrato/Argamassa, A: Argamassa, A/Cola : Argamassa/Cola , Cola/P : Cola/Pastilha

O resultado do ensaio de resistência de aderência à tração dos 4 (quatro) CP's, conforme tabela 8, referente a argamassa estabilizada com tempo em aberto de 48:00 horas, não atendeu a norma NBR 13.528 (ABNT,2010), ao qual obteve uma média de 0,11 MPa, sendo o recomendado conforme tabela 5 de 0,20 MPa para paredes internas e 0,30 MPa para paredes externas.

Tabela 9. Resultados da argamassa convencional – Temperatura 25°C e Umidade Relativa de 47%

RESULTADOS OBTIDOS													
CP	Diâmetro dos cps				Local do ensaio	Carga de ruptura (N)	Resistência de aderência Ra (Mpa)		Forma de ruptura (%)				
	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm)	Área (mm²)	Bloco				S	S/A	A	A/C	C/P
49	41	38	39	1215	BL17 - Conv.	75	>	0,06	-	-	100	-	-
50	40	42	41	1320	BL17 - Conv.	69	>	0,05	-	-	85	15	-
51	43	42	42	1405	BL17 - Conv.	0	=	-	-	10	90	-	-
52	41	41	41	1352	BL18 - Conv.	77	>	0,06	-	-	100	-	-
53	43	42	42	1404	BL18 - Conv.	0	=	-	-	-	100	-	-
54	45	44	45	1567	BL18 - Conv.	45	>	0,03	-	100	-	-	-
55	44	43	43	1479	BL19 - Conv.	116	>	0,08	-	-	100	-	-
56	39	43	41	1304	BL19 - Conv.	0	=	0,00	-	100	-	-	-
57	44	44	44	1513	BL19 - Conv.	149	>	0,10	-	100	-	-	-
58	42	41	41	1345	BL20 - Conv.	165	>	0,12	-	100	-	-	-
59	42	42	42	1410	BL20 - Conv.	137	>	0,10	-	-	100	-	-
60	45	40	43	1419	BL20 - Conv.	145	>	0,10	-	-	100	-	-
S: Substrato, S/A: Substrato/Arcamassa, A: Arcamassa, A/Cola : Arcamassa/Cola , Cola/P : Cola/Pastilha													

S: Substrato, S/A: Substrato/Argamassa, A: Argamassa, A/Cola: Argamassa/Cola, Cola/P: Cola/Pastilha

O resultado do ensaio de resistência de aderência à tração dos 4 (quatro) CP's, conforme tabela 9, referente a argamassa convencional - PRECON, não atendeu a norma NBR 13.528 (ABNT,2010), ao qual obteve uma média de 0,06 MPa, sendo o recomendado conforme tabela 5 de 0,20 MPa para paredes internas e 0,30 MPa para paredes externas.

Analisando as extrações dos 45 ensaios, a maioria dos rompimentos foram na interface C, argamassa/argamassa e foi verificado uma quantidade considerável rompida na interface B, substrato/argamassa.

Como observado também nas tabelas dos resultados acima, nenhum resultado foi aceitável conforme descrito na tabela 5, retirada da NBR 13749, que cita os valores mínimos de resistência a tração. Sendo um resultado inesperado

para o trabalho desenvolvido, este resultado gerou alguns questionamentos sobre o que pode ter ocorrido e chegou-se a seguinte possível causa: o método de aplicação das argamassas.

Como descrito anteriormente no capítulo 3 deste trabalho, o método de aplicação foi padronizado a fim de retirar uma variável para os resultados, que é a força de impacto durante aplicação da argamassa nos blocos. Ao retirar esta força de aplicação, remove-se também o que aparentou ser um dos fatores primordiais para a boa aderência de uma argamassa.

Nas aplicações comumente realizadas, a argamassa é “chapada” nos blocos através de uma força humana ou por projeção mecanizada. Acredita-se que esta força de impacto no bloco cria uma certa penetração da argamassa nos poros e/ou reentrâncias dos blocos, tendo assim não só a aderência química da argamassa em si, mas também uma aderência mecânica através da penetração da argamassa por estes poros e reentrâncias.

No entanto, no modelo padronizado utilizado por este trabalho, esta força de impacto da argamassa com os blocos foi removida, sobrando assim apenas a interação química para fazer a aderência da argamassa com os blocos, o que se provou não ser suficiente para que os resultados atingissem valores mínimos estipulados pela norma.

Assim sendo, atribuímos a este fato a causa dos resultados encontrados não terem atendido os requisitos mínimos da NBR 13749.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo apresentar-se-á as considerações finais deste trabalho, bem como as sugestões para novos estudos na área.

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após os ensaios realizados e resultados inesperados, percebe-se que a variação do tempo em aberto da argamassa estabilizada não foi determinante para o estudo.

Acredita-se que o causador destes resultados foi a metodologia aplicada, mais especificamente, a forma de aplicação da argamassa nos substratos. Nestes ensaios, a argamassa foi apenas vertida sobre os blocos e nivelada para atingir a espessura do ensaio, enquanto em situações reais na construção civil, elas são aplicadas manualmente de forma “chapada” ou mecanicamente por projeção, obtendo aderência e adensamento ao substrato devido a força aplicada.

Concluimos assim que a argamassa estabilizada possui diversas variáveis para seus ensaios, devendo-se aprimorar a cada pesquisa os conceitos aplicados nas anteriores.

Desta forma, deixa-se abaixo as recomendações para trabalhos futuros.

5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se, abaixo, proposições para novos trabalhos relacionados ao presente estudo.

Como não foi obtido o resultado esperado utilizando o método definido neste trabalho, é recomendado em trabalhos futuros, a aplicação da argamassa sendo a mais próxima da execução na obra, seja chapada ou por projeção. Utilizar as argamassas convencionais e estabilizadas, realizando os ensaios de resistência de aderência à tração nos corpos de prova, com efeito comparativo entre os resultados, afim de comprovar se a deficiência deste trabalho está interligada à falha na aderência da argamassa com o substrato, pois não foi utilizado força para aplicação e sim apenas vertida no corpo de prova.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724 – Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos - Apresentação.** 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520 – Informação e documentação – Citações em documentos - Apresentação.** 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência.** 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13277 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água.** 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13278 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado.** 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação de resistência à tração na flexão e compressão.** 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13280 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido.** 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos.** 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15258 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração.** 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15259 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade.** 2005.

ALVAREZ, J. A. S. **Alvenarias e argamassas anteriores ao Império Romano.** In: 2º CONGRESSO NACIONAL DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, 2007, Lisboa. Anais... Lisboa: APFAC, 2007. Disponível em: http://www.apfac.pt/congresso2007/comunicacoes/Paper%2051_07.pdf Acesso em 20/06/2018

BAYER, R; LUTTZ, H; DRY MORTAS – Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry Wiley – VCH, Germany, 2003

PAULO R. F. V. N. **Caracterização de argamassas industriais.** Universidade de Aveiro. Departamento de engenharia Cerâmica e do Vidro, dissertação de mestrado. Aveiro, 2006

COIMBRA, M. A.; MORELLI M. R. **Desenvolvimento de argamassas microporosas para construção civil.** Departamento de Engenharia de Materiais, DEMa-USFSCar, São Carlos, Cerâmica, col. 45, n. 296, 1999.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0366-69131999000600008> Acesso em [26/06/2018](#). Acesso em 27/07/2018

GUIMARÃES, J.E.P. **A cal: Fundamentos e aplicações na engenharia civil. 2.ed. revisada, atualizada e ampliada.** São Paulo-SP: Pini, 2002.341p.

BALBO, J. T. **Pavimentos de Concreto.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

BAPTISTA, C. F. **Pavimentação.** Porto Alegre: Globo, 1976.

NETO, J.C.P.F. **Perícias de Fachadas em Edificações.** São Paulo: Leud, 2008.

CAPORRINO, C. F. **Patologias em alvenarias – 2º edição.** São Paulo: Oficina de Textos, 2018.