

AVALIAÇÃO DA ADERÊNCIA DA ARGAMASSA NO SUBSTRATO DE CONCRETO ESTRUTURAL, A PARTIR DE DIFERENTES TIPOS DE APLICAÇÃO DE CHAPISCO

ANTÔNIO RODRIGO DO CARMO MOREIRA

Graduando em Engenharia Civil, CEULS/ULBRA, Santarém/PA – E-mail: rdc007@gmail.com

CHRISTOPHER DINIZ LIMA E SILVA

Engenheiro Civil, CEULS/ULBRA, Santarém/PA – E-mail: dinizlimaengenharia@gmail.com

JEFFERSON LUIS PAZ DE OLIVEIRA

Graduando em Engenharia Civil, CEULS/ULBRA, Santarém/PA – E-mail: eng.jeffersonluis@gmail.com

PABLO HIAGO DE OLIVEIRA SANTOS

Engenheiro Civil, CEULS/ULBRA, Santarém/PA – E-mail: pbholiveira@gmail.com

RESUMO

Este trabalho visa estabelecer um comparativo em termos de resistência de aderência de revestimentos de argamassa quando utilizados três diferentes métodos de aplicação de chapisco: execução na forma manual, por meio de colher de pedreiro e rolo para chapisco; e execução mecanizada, com uso de chapiscadeira mecânica. Neste estudo o preparo e os traços de chapisco e argamassas foram os mesmos. Realizou-se a aplicação de chapisco e revestimento de argamassa em painéis em substrato de concreto armado. Passado o prazo necessário de cura, determinado na norma ABNT NBR 7200:1998, de 28 dias, foram realizados ensaios de determinação de resistência de aderência à tração em 4 pontos de cada painel, variando-se os posicionamentos. Os resultados dos ensaios evidenciam que a utilização do rolo de chapisco tornou-se consideravelmente superior aos outros métodos, tanto em menor consumo e desperdício, como em resistência à tração. Vale ressaltar que todos os métodos atingiram a resistência mínima estabelecida por norma.

Palavras-chave: Ensaio de arrancamento, aderência, chapisco e argamassa.

ABSTRACT

This work aims to establish a comparative in terms of adhesion strength of mortar coatings applied by three different methods of application of Roughcast: execution in the manual form, by means of trowel and roll to plate; and mechanized execution, with the use of mechanical pliers. In this study, the preparation and traces of mortar and mortar were the same. Mortar coating and mortar coating we're applied to reinforced concrete substrate panels. After the necessary curing time, determined in ABNT NBR 7200: 1998, 28 days, tensile adhesion strength tests we're performed at 4 points of each panel, varying the positions. The results of the tests show that the use of the coil roller became considerably superior to the other methods, both in lower consumption and waste, and in tensile strength. It is noteworthy that all methods reached the minimum resistance established by norm.

Keywords: Pullout test, adherence, Roughcast and mortar.

1 INTRODUÇÃO

Em qualquer processo construtivo, o responsável pela execução está sujeito a identificar manifestações patológicas. Dentre as diversas manifestações possíveis, destaca-se os deslocamentos de argamassa, cuja patologia pode gerar riscos de acidentes, além de altos prejuízos financeiros. A causa destas patologias são de difícil diagnóstico, visto que devem ser analisados inúmeros e diversos fatores. Em casos de revestimentos de fachadas, por estarem expostas a condições desfavoráveis, as técnicas de aplicação devem ser levadas em consideração.

Tal escolha deve atender as exigências mínimas estabelecidas por norma. Raramente a escolha é baseada em critérios técnicos confiáveis, sendo mais comum considerar somente

aspectos econômicos. Devem ser levando em consideração outros como: valores culturais dos usuários, disponibilidade e capacitação de mão de obra local, consumo de insumos na aplicação e produtividade. A argamassa de chapisco deve ser aplicada com uma consistência fluida, assegurando maior facilidade de penetração da pasta de cimento na base a ser revestida e melhorando a aderência na interface revestimento-base.

O chapisco deve ser aplicado por lançamento, com o cuidado de não cobrir completamente a base. Sendo então necessária a análise do método de aplicação. Logo, este projeto tem o intuito de mostrar o comparativo dos resultados de arrancamento da argamassa, quando o chapisco é aplicado de formar manual e mecânica, e se estão de acordo com as limitações estipuladas por norma.

Portanto, neste contexto, o presente trabalho pretende contribuir ao longo de seu desenvolvimento, com levantamentos sobre a importância do uso de argamassas em edifícios multifamiliares, analisando sua relevância na engenharia, bem como o estudo pelo método de aplicação do Chapisco. A partir disso, nesta dissertação, também se realizou comparativos entre os métodos manuais e mecânicos, assim verificando a sua resistência à tração, consumo e desperdício.

2 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico sobre o uso de revestimentos de argamassa

Segundo ALVAREZ; SEQUEIRA; COSTA (2005), as primeiras argamassas conhecidas foram descobertas na localidade de Yftah'el, Galileia, hoje estado de Israel, com mais de 10.000 anos de existência. Em Eynan, Jericó, (8000 – 7000 a C.) denota-se a presença de cal e gesso nas construções e nas cabeças de estátuas votivas modeladas. Também na mesma época, em Çatal Hüyük, Turquia, usou-se gesso como reboco de paredes. Mais tarde, argamassas hidráulicas foram encontradas nas cisternas de Jerusalém, que foram construídas com mão de obra fenícia. A fabricação da cal era familiar à maior parte dos povos da antiguidade: chineses egípcios, etruscos, fenícios, gregos, incas e romanos. Produziam a cal gorda, utilizando-a como ligante na consolidação das alvenarias ou na elaboração de rebocos pintados com cores naturais e destinados, na maior parte dos casos, à pintura de frescos. Os fornos mais antigos não eram mais do que medas (Figura 1) constituídas pela pedra de cal que se queria calcinar. Na parte superior as pedras maiores eram colocadas em abóbada, de modo a configurar um forno que era preenchido com pedra mais pequena. Os primeiros combustíveis eram a lenha e ramadas de árvores.

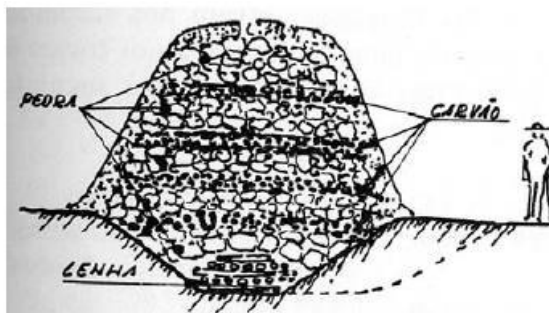


Figura 1: Meda (Calcinação ao ar livre por camadas)
Fonte: ALVAREZ; SEQUEIRA; COSTA, 2005.

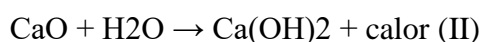
Uma vez lançado o fogo, a operação terminava quando se registava um assentamento da massa incandescente, devido à expulsão do anidrido carbónico e da água. Neste processo havia um desaproveitamento do calor e uma desigualdade na cozedura. Os revestimentos que utilizavam cal fabricada nestas condições, tinham o seu ponto fraco na erosão que sofriam face às águas pluviais, dado que a carbonatação era escassa.

O apagamento da cal fazia-se com água, mas através dos tempos foram utilizados diferentes métodos. Certamente que no início se estendiam as pedras de cal viva numa superfície resguardada da chuva expondo-a à ação do vapor de água que era absorvido por aquela.

Esta transformação pecava por ser demorada, (cerca de três meses), e pelo problema inerente ao da recarbonatação parcial da cal, em contato com a atmosfera, pelo que os resultados eram o da produção de uma cal de fraca qualidade:



Posteriormente, junta-se água à cal viva (reação fortemente exotérmica):



Almeida (2010) comenta que após a evaporação do excesso de água, fica um pó branco, Cal Hidratada, que foi o primeiro ligante não hidráulico fabricado pelo Homem. Foi desenvolvida uma técnica que fabricava uma massa plástica composta por cal, gesso, areia, pedras, fragmentos de tijolo e água, o que conferia maior estabilidade às construções. Na Babilónia, há cerca de 6000 anos, foram erguidos edifícios que duraram séculos. Posteriormente, com a junção das pozolanas (cinzas dos vulcões) antes do cozimento da cal, os Romanos conseguiram que as argamassas tivessem maior durabilidade. Misturavam-lhe, além dos agregados, aditivos e adjuvantes (sabões, resinas, proteínas e cinzas), que lhes permitiam melhorar os resultados pretendidos. Chegavam a misturar sangue, leite e banha, melhorando o manuseamento e conferindo à argamassa características de maior coesão, impermeabilização, resistência aos gelos degelos e ainda coloração. Provocavam a introdução de bolhas de ar, o que terá contribuído para um aumento da sua resistência e idade.

Segundo Santos (2005), O segundo registro mais antigo de uso de Argamassa é de 5.600 a.C em uma laje de 25 cm de espessura, também executada com argamassa de Cal e Areia, no pátio da Vila de Lepenske Iugoslávia, e vários registros de uso de argamassa pelos Egípcios, Gregos, Etruscos e Romanos. Vários aditivos foram verificados na composição das argamassas da antiguidade, como, pasta de farinha de arroz, gesso, cal, excrementos, sangue e gordura de animais, clara de ovos, barro, argila, seiva de plantas, etc., existe hoje mais de 220 aditivos catalogados.

Segundo Santos (2005), a pós a descoberta do Cimento Portland em 1824 nome dado pelo químico Joseph Aspdin em homenagem a Ilha Britânica de Portland, começa então a era das argamassas, aonde eram compostas de Cimento, Areia a Cal a princípio. Nos anos 50, na Europa, surgem as primeiras argamassas colantes prontas do mercado com a introdução dos aditivos químicos – bastando apenas acrescentar água. No Brasil, a primeira fábrica de argamassa colante surgiu em 1971, mas o produto passou a ser utilizado mais expressivamente a partir da década de 80.

2.2 ARGAMASSAS PARA REVESTIMENTOS (DEFINIÇÕES DAS PARTES CONSTITUINTES)

2.2.1 Argamassas para revestimento

A argamassa é um material de construção constituído por uma mistura homogênea de um ou mais aglomerantes (cimento ou cal), agregado miúdo (areia) e água. Podem ainda ser adicionados alguns produtos especiais (aditivos ou adições) com a finalidade de melhorar ou conferir determinadas propriedades ao conjunto. As argamassas utilizadas para revestimento são as argamassas à base de cal, à base de cimento e argamassas mistas de cal e cimento.

Dependendo das proporções entre os constituintes da mistura e sua aplicação no revestimento, elas recebem diferentes nomes em seu emprego, conforme a NBR 13529/2013.

2.2.2 Chapisco

Segundo o Manual do Revestimento (ABCP, 2017), a Camada de preparo da base, constituída de mistura de cimento, areia e aditivos, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento.

2.2.3 Emboço

Segundo o Manual do Revestimento (ABCP, 2017), a camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base com ou sem chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada de reboco ou de revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final.

2.2.4 Reboco

Camada de revestimento utilizada para o cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final.

Tabela 1: 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: NBR 13749 (ABNT, 2013).

Para cada tipo de revestimento a NBR 13749 (ABNT, 2013) apresenta as espessuras admissíveis de revestimentos de argamassa (Tabela 01) para garantir as propriedades de norma e concomitantemente garantir a segurança dos usuários.

2.3 Tipos de aderência

A resistência de aderência depende intrinsecamente da adesão na interface, fricção entre as partículas, intertravamento de agregados e outros fatores dependentes do tempo. Cada um desses fatores, por sua vez, depende de outras variáveis. A aderência na interface depende, dentre outros, da compactação e coesão do material, limpeza, condição de umidade e rugosidade da superfície do substrato e idade do sistema. A fricção e o intertravamento de agregados na

interface são influenciados por outros parâmetros como tamanho e forma dos agregados utilizados, além da preparação da superfície (RAMEZANIANPOUR; SHAHHOSSEINI; NILFOROUSHAN, 2007).

A prática comum se resume, no entanto, em simplesmente selecionar a argamassa e posteriormente aumentar a rugosidade da superfície do substrato. Entre a escolha dos materiais e a preparação do substrato muitas etapas são negligenciadas e pouca informação acerca da real resistência de aderência requerida está disponível. (Campos, 2014)

A aderência do revestimento ao substrato é uma das principais propriedades mecânicas para a verificação do desempenho dos sistemas de revestimento. No entanto, trata-se de uma propriedade complexa (ANTUNES, 2005). Não bastasse a complexidade inerente à propriedade, esse assunto ainda não é amplamente entendido e tampouco existe ensaio completamente adequado para avaliar a resistência de aderência (ANTUNES, 2005; SUGO; PAGE; LAWRENCE, 2001; WEISS, 1995).

De acordo com Weiss (1995), as propriedades mecânicas e a aderência determinam o desempenho das camadas de revestimento. No entanto, durante a realização dos ensaios surgem tensões devidas às propriedades diferentes dos elementos que participam do sistema; logo, torna-se importante compreender os mecanismos envolvidos e ajustar os métodos de ensaio para medir a resistência de aderência.

A resistência de aderência é comumente usada e quantificada com base na resistência de aderência à tração definida na NBR 13528 (ABNT, 2010). Trata-se de um ensaio de fácil e simples aplicação, porém com alta variabilidade (coeficiente de variação), como será melhor abordado mais adiante no texto.

A NBR 13749 (ABNT, 2013) apresenta os limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço e camada única, como descrito na Tabela 2.

Tabela 2: Limites de resistência à tração (Ra)

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

Fonte: NBR 13749 (ABNT, 2013)

Diante de tais considerações, torna-se relevante o estudo da obtenção de um valor ou parâmetro de resistência de aderência que não seja tão variável, ou que possa ser complementado com estudos de cisalhamento e extensão de aderência, por exemplo. Esses assuntos serão abordados a seguir.

2.3.1 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.

Segundo Carasek (2007), a adesão inicial, também denominada de “pegajosidade” é a capacidade de união inicial da argamassa no estado fresco a uma base. Ela está diretamente relacionada com as características reológicas da pasta aglomerante, especificamente a sua

tensão superficial. A redução da tensão superficial da pasta favorece a “molhagem” do substrato, reduzindo o ângulo de contato entre as superfícies e implementação da adesão. Esse fenômeno propicia um maior contato físico da pasta com os grãos de agregado e também com sua base, melhorando, assim, a adesão.

2.3.2 Aderência mecânica

Segundo Santos (2008) é a penetração das pastas da argamassa nos poros ou entre a rugosidade da base de aplicação caracterizada pela endentação ou engaste entre as partículas do substrato e da argamassa.

Carasek (2007) descreve que 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 cavidade do substrato. No interior dos poros ocorrem fenômenos de precipitação dos produtos de hidratação do cimento e da cal, e após algum tempo, esses precipitados intracapilares exercem ação de ancoragem da argamassa a base. Em seus estudos microestruturas empregando microscópio eletrônico de varredura, confirmou que a aderência decorre do Inter travamento principalmente da etringita (um dos produtos de hidratação do cimento) no interior dos poros do substrato. Tendo em vista o mecanismo de ligação, pode-se concluir que quanto melhor for o contato entre a argamassa e o substrato, maior será a aderência obtida. Dessa forma, a aderência está diretamente relacionada com a trabalhabilidade (ou reologia) da argamassa, com a energia de impacto no processo de execução, das características e propriedades dos substratos e de fatores externos. A Figura 2 ilustra os principais fatores que exercem influência na aderência.

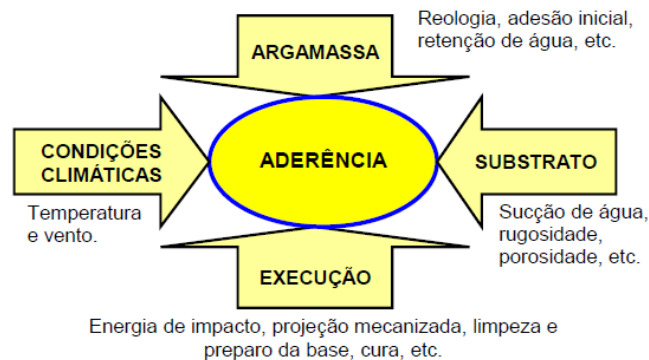


Figura 2: Fatores que exercem influência na aderência de argamassa sobre base porosa
Fonte: CARASEK (2007)

2.3.3 Aderência química

Segundo Santos (2008) A aderência química é proporcionada com a introdução de aditivos adesivos que possuem a capacidade de melhorar a aderência das argamassas. Os aditivos adesivos podem ser à base de PVA, polímeros e resinas. A introdução destes produtos se apresenta como uma opção para revestimento em bases com condições de porosidade, rugosidade e absorção de água incompatível com o desenvolvimento do sistema de aderência mecânico, como estruturas metálicas.

2.4 Formas de ruptura do corpo de prova

A ruptura nem sempre ocorre na interface entre o revestimento e o substrato. Assim, a forma de ruptura deve ser expressa junto com o valor da resistência de aderência. As Figuras 3 e 4 apresentam, respectivamente, o esquema do ensaio de aderência à tração e as formas de rupturas possíveis, com suas denominações.

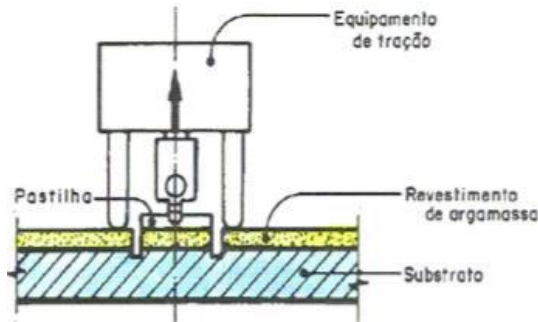


Figura 3: Esquema do ensaio de determinação da resistência de aderência a tração
Fonte: NBR 13.528, ABNT 2010.

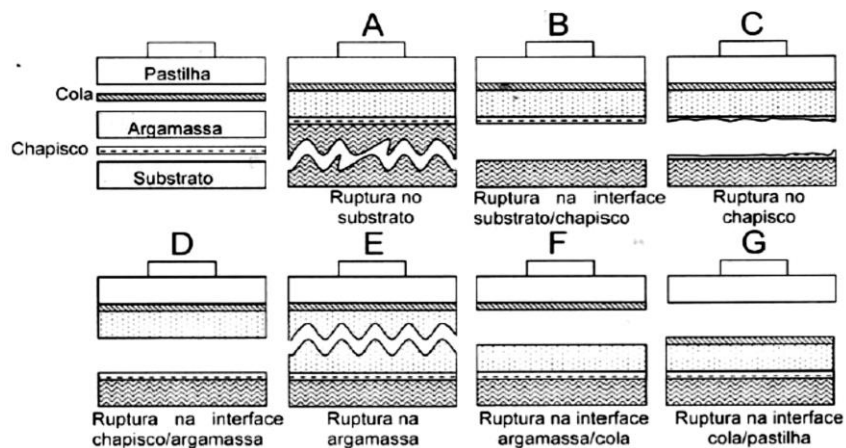


Figura 4: Formas de rupturas
Fonte: NBR 13.528, ABNT 2010.

No caso da ruptura na interface revestimento/substrato (B), o valor da resistência de aderência a tração é igual ao valor obtido no ensaio.

No caso das rupturas (A), (F) e (G), a resistência de aderência à tração não foi determinada e é maior do que o valor obtido no ensaio. O valor deve ser apresentado precedido pelo sinal > (maior).

3 METODOLOGIA

Neste item será apresentado o método experimental proposto pela NBR 13528 (ABNT, 2010), através do método de arrancamento para então determinar a resistência de aderência à tração das argamassas. Para o estudo foram preparados 3 painéis de revestimento, aplicados em substrato de concreto, em um dos pilares em uma obra localizada no município de Santarém-PA. Foram utilizados o mesmo traço de chapisco e argamassa nos painéis, visando analisar a influência do método de aplicação sobre o desempenho de aderência de revestimentos de argamassa, variando-se a forma de aplicação (manual ou mecanizada), as condições do

substrato, o tipo de argamassa e a condição de umidade no instante da realização do ensaio de determinação da resistência de aderência à tração.

3.1 Amostragem

Para a amostragem, foi necessário a escolha de um pilar com as dimensões onde seria favorável a aplicação das argamassas para os experimentos. Este também deveria ser um pilar externo e a leste da edificação, cuja a exposição de ventos e sol apresentassem maior incidência.

Então, foi escolhido um pilar em concreto armado, com resistência à compressão adquirida aos 28 dias de 40 MPa, identificado como P09, com dimensões 0,25x3,05m, conforme a Figura 5.

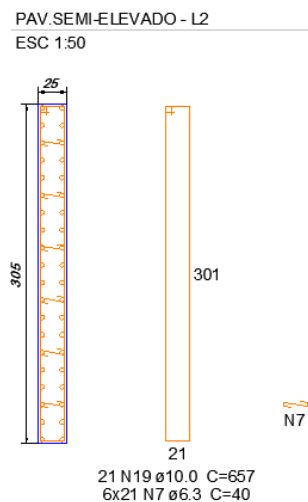


Figura 5: Detalhamento do Pilar
Fonte: CEO Empreendimentos, 2014.

Foram confeccionados 3 painéis, com 1m² (1,00x1,00m), e nestes foram aplicados chapiscos e argamassa, conforme método da norma ABNT NBR 7200:1998.

A ABNT NBR 13.528:2010 recomenda que sejam preparados os corpos-de-prova e para cada situação, espaçados entre si e dos cantos ou quinas em no mínimo 50 mm. Para este trabalho, foram confeccionadas 4 unidades para cada painel, totalizando 12 CP's.

3.2 Substrato

O substrato adotado, como exposto anteriormente, foi de concreto armado, conforme mostrado na Figura 6.



Figura 6: Pilar em concreto armado, como substrato para painéis
Fonte: Autores, 2018.

Na Figura 6, percebe-se a existência de fita branca que fora utilizada na delimitação dos painéis, onde seriam aplicados o chapisco e argamassa.

3.3 Chapisco

3.3.1 Descrição

O chapisco utilizado tem traço diferente para cada tipo de substrato disponível na obra, sendo em alvenaria e estrutural (concreto). Como o ensaio deste trabalho foi realizado em substrato de concreto o traço utilizado foi: 1 saco de cimento para 3 padiolas de areia, 25 litros de água e mais 10 litros de aditivo chapix.

3.3.2 Preparo

Como todos os derivados de cimento são preparados na obra, o chapisco foi preparado e utilizado imediatamente após o preparo. No processo de produção foram utilizados os seguintes materiais e equipamentos:

- Cimento Portland CPII-Z 32 RS, marca Poty;
- Areia media;
- Água;
- Aditivo plastificante Chapix, marca Quartzolit;
- Betoneira 400 L, marca Menegotti;
- Padiola de compensado 18mm, com dimensões 30x40x26cm;
- Trena metálica de 3m, marca starrett;
- Colher de Pedreiro 7”;
- Recipiente com identificação de volume em ml, até 2 litros.

3.3.3 Aplicação

Com local definido, foram então marcados, com fita adesiva branca, e identificados os locais onde foram aplicados o chapisco.

Mas antes da aplicação foi efetuada uma verificação e correção de irregularidades, como a remoção de excessos de concreto na superfície do substrato. Onde esses excessos, normalmente, são formas irregulares que ficaram após a concretagem do pilar e apresentam baixa resistência, o que favorece no deslocamento.



Figura 7: Limpeza da superfície do substrato com escova de cerdas metálicas
Fonte: Autores, 2018.

Posteriormente, a superfície foi escovada com escova de cerdas de aço, para melhor aderência do chapisco no substrato, e realizada a remoção de materiais pulverulentos com vassoura, e uma demão de água com rolo de lã.



Figura 8: Divisão dos painéis utilizando fita adesiva branca
Fonte: Autores, 2018.

Com todos os painéis delimitados e identificados, obtemos então os Painéis de Amostra: PA-01, PA-02 e PA-03. Para estes foram definidos os métodos de aplicação descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Identificação dos painéis e métodos de aplicação por painel

Painel de Amostra	Método de aplicação
PA-01	Chapiscadeira Mecânica
PA-02	Rolo para Chapisco
PA-03	Colher de Pedreiro

Fonte: Autores, 2018.

A aplicação da camada de chapisco foi executada conforme a Figura 9, sendo que: a Figura 9(a) ilustra a aplicação de chapisco no PA-01, utilizando chapiscadeira mecânica; a Figura 9(b) mostra a aplicação de chapisco no PA-02, utilizando rolo para chapisco; e a Figura 9(c) exibe a aplicação de chapisco no PA-03, utilizando colher de pedreiro.



Figura 9: Aplicação de chapisco
Fonte: Autores, 2018.



Figura 10: Painéis com chapiscos aplicados
Fonte: Autores, 2018.

Para cada aplicação foi medido o volume utilizado em cada painel. O material foi despejado em uma masseira, com dimensões de 35x55x19cm, e medida o volume antes e depois das aplicações. Utilizando a diferença de volumes foi adquirido os seguintes resultados.

Tabela 4: Volume de chapisco aplicado em cada painel

Painel de Amostra	Volume de Chapisco (Litro)
PA-01	1,70
PA-02	1,25
PA-03	2,05
TOTAL	5,00

Fonte: Autores, 2018.

Vale ressaltar que o chapisco foi executado com antecedência de um dia para aplicação da argamassa, logo, estando de acordo com a norma, pois na região de Santarém no período de Verão tem-se uma temperatura média de 30°C.

3.4 Argamassa

3.4.1 Descrição

A argamassa utilizada na obra tem o mesmo traço para cada tipo de ambiente, seja externo ou interno. Sendo então o traço da argamassa: 1 saco de cimento para 5 padiolas de areia, 30 litros de água e mais 100 mililitros de aditivo plastificante.

3.4.2 Preparo

No processo de produção da argamassa foram utilizados os seguintes materiais e equipamentos:

- Cimento Portland CPII-Z 32 RS, marca Poty;
- Areia;
- Água;
- Aditivo plastificante, marca Quartzolit;
- Betoneira 400 L, marca Menegotti;

- Padiola de compensado 18mm, com dimensões 30x40x26cm;
- Trena metálica de 3m, marca starrett;
- Colher de Pedreiro 10”;
- Recipiente com identificação de volume em ml, até 2 litros.

3.4.3 Aplicação

Visto que os métodos de aplicação para as três amostras são iguais, o processo de aplicação foi o mesmo (Figura 11). Para o controle de espessura foram utilizadas taliscas, visando manter a espessura final de 25mm.



Figura 11: Confeção da camada de argamassa de revestimento

Fonte: Autores, 2018

O acabamento final foi realizado com desempenadeira de madeira tamanho médio.

Após o preparo dos painéis, os mesmos foram delimitados novamente para seguir as recomendações da norma, separando-os e para que não haja influência nos ensaios de arrancamento.

3.5 Ensaio de Arrancamento

3.5.1 Descrição

A ABNT NBR 13.528:2010 prescreve o método de ensaio de arrancamento, seja ele executado em obra ou laboratório, quando a argamassa for aplicada em substrato inorgânico não metálico.

Este ensaio afere a resistência de aderência a tração em uma área delimitada, chamada de Corpo de Prova – CP, assim podendo saber a tensão máxima que o reboco resiste e se o mesmo está dentro dos parâmetros exigidos por norma.

Para cada painel de amostragem foram preparados 4 CP's com seção circular e com diâmetro de corte de 50mm, totalizando 12 CP's. E utilizando um equipamento que permite a aplicação contínua de carga, fazendo a leitura da carga no momento em que a tensão máxima é alcançada.

3.5.2 Preparo e execução do ensaio

Para a realização do ensaio utilizou-se os seguintes equipamentos:

- Dinamômetro de tração;
- Pastilhas metálicas circulares, com diâmetro de 50mm;
- Furadeira;
- Serra copo diamantado de 50mm;

- Cola Epoxi Araldite (10min);

Seguindo recomendações da ABNT NBR 13528:2010, foram aguardados os 28 dias para o prazo de cura da argamassa aplicada sobre as áreas chapiscadas.

De primeiro ato, foi identificado e demarcados os pontos a serem ensaiados. Com a serra copo foram efetuados os cortes à seco (Figura 12), adentrando até 5mm da superfície do substrato, conforme recomendações da norma. Foi tomado cuidado para que o equipamento estivesse na horizontal, assim evitando danos a argamassa e não rompendo o corpo de prova.



Figura 12: Corte à seco dos CP's utilizando furadeira e serra copo de 50mm
Fonte: Autores, 2018.

Realizados os cortes, foi efetuada uma limpeza na superfície do revestimento de argamassa, para remoção de partículas pulverulentas dos corpos de prova.



Figura 13: Painéis com seus respectivos cortes para colagem das pastilhas metálicas
Fonte: Autores, 2018.

Com o auxílio da espátula, foi aplicada a cola à base de resina epóxi nas pastilhas metálicas e em seguida foram coladas nos corpos de prova. Para a colagem de pastilhas circular em superfície vertical foi colocada uma tira de papelão para impedir o escorrimento da cola e o deslizamento da pastilha, conforme recomendação da norma.



Figura 14: Pastilhas metálicas coladas nos cortes de corpo de prova
Fonte: Autores, 2018.

Após a colagem das pastilhas, foi necessário aguardar um período de 24 horas, para a colagem satisfatória.

Para realização dos ensaios de arrancamento, a taxa de carregamento deve ser selecionada conforme a Tabela 5, em função da resistência de aderência à tração provável e de tal modo que o ensaio dure entre 10 e 80 segundos.

Tabela 5: Taxa de carregamento para corpos-de-prova de seção circular de 50 mm de diâmetro

Resistencia de Aderência (MPa)	Taxa de carregamento (N/s)
Acima de 2,0	5
Acima de 0,20 a 0,50	25
Acima de 0,50 a 1,00	100
Acima de 1,00	200

Fonte: NBR 13528, ABNT 2010.

O dinamômetro, afere a carga registrada em MegaPascal (MPa), conforme a Figura 15.



Figura 15: Preparo do dinamômetro para realização do ensaio de arrancamento

Fonte: Autores, 2018.

4 ANÁLISES E RESULTADOS

Após a execução dos ensaios por painel, foram então preenchidos os relatórios de ensaios de resistência à tração. Visto que todos os Painéis de Amostragem (PA) (Figura 16) atenderam aos requisitos mínimos de resistência de 0,30Mpa, como exigido na ABNT NBR 13749:2013. Também foi analisado o volume de chapisco utilizado por painel (método de cubagem) e desperdício (avaliação visual).



Figura 16: Painéis de Amostragem após os ensaios de arrancamento
Fonte: Autores, 2018.

4.1 Análise do PA-01

Os resultados médios de resistência a tração atenderam aos requisitos mínimos estipulados por norma, pois segundo esta, a resistência mínima para paredes é de 0,30 MPa, e no PA-01 a resistência média foi de 0,520Mpa (Tabela 6), sendo 173% acima do proposto. Dentre os chapiscos aplicados, neste painel foi consumido apenas 1,70 l/m², sendo o segundo, em termos de consumo.

Tabela 6: Relatório de Ensaio de Resistencia a tração do PA-01

RELATORIO DE ENSAIO DE RESISTENCIA A TRAÇÃO									
Resp. Ensaio	FCK	Local	Manhattan Residence - CEO Empreendimentos						
Painel de Amostra	PA-01	Substrato	Concreto	Data	22/05/2018	Aplicação Chapisco	Mecanica		
Plano de Painel	Parede	Aplicação/Idade	28dias	Corte	à seco	Equip. de Aplicação	Chapiscadeira		
Corpo de Prova	Seção (mm)	Tensão (Mpa)	Forma da Ruptura					Revestime nto (e)	Observações
			(a)	(b)	(c)	(d)	(e)		
1	50	0,464		x				25 mm	10 a 20% de argamassa na pastilha
2	50	0,392		x				25 mm	20 a 30% de argamassa na pastilha
3	50	0,708	x					25 mm	90 a 95% de argamassa na pastilha
4	50	0,514	x					25 mm	90 a 95% de argamassa na pastilha
Média		0,520							

Fonte: Autores, 2018.

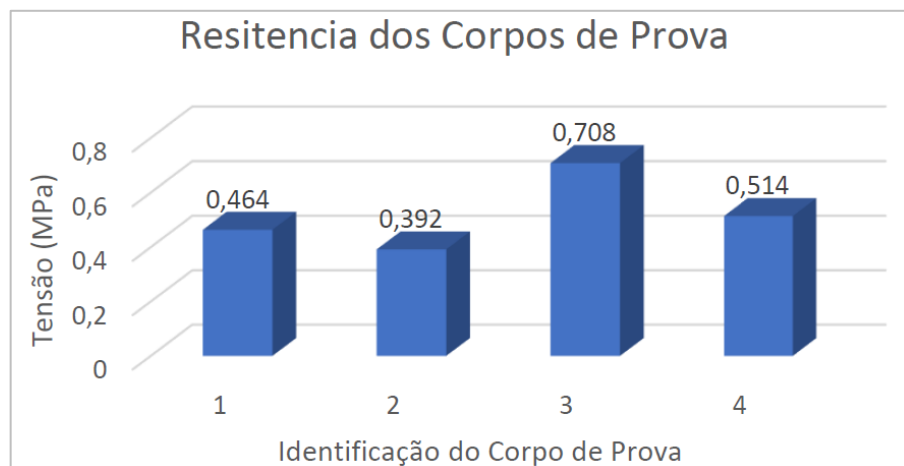


Figura 17: Tensão adquirida após ensaios de ruptura no PA-01
Fonte: Autores, 2018.

O Corpo de Prova 01, atingiu tensão de resistência de 0,464MPa e com forma de ruptura na argamassa de revestimento (b), neste cerca de 10 a 20% de argamassa ficou retido na Pastilha/CP.

O Corpo de Prova 02, atingiu tensão de resistência de 0,392MPa e com forma de ruptura na argamassa de revestimento (b), neste cerca de 20 a 30% de argamassa ficou retido na Pastilha/CP.

O Corpo de Prova 03, atingiu tensão de resistência de 0,708MPa e com forma de ruptura na interface argamassa de revestimento e o substrato (a), neste cerca de 90 a 95% de argamassa ficou retido na Pastilha/CP.

O Corpo de Prova 03, atingiu tensão de resistência de 0,514MPa e com forma de ruptura na interface argamassa de revestimento e o substrato (a), neste cerca de 90 a 95% de argamassa ficou retido na Pastilha/CP.

4.2 Análise do PA-02

Os resultados médios de resistência a tração atenderam os requisitos mínimos estipulados por norma e no PA-02 a resistência média foi de 0,566Mpa (Tabela7), sendo 188% acima do proposto. Dentre os chapiscos aplicados, neste painel foi consumido apenas 1,250 l/m², sendo o menor consumo.

Tabela 7: Relatório de Ensaio de Resistencia a tração do PA-02

RELATORIO DE ENSAIO DE RESISTENCIA A TRAÇÃO									
Resp. Ensaio	FCK	Local	Manhattan Residence - CEO Empreendimentos						
Painel de Amostra	PA-02	Substrato	Concreto	Data	22/05/2018	Aplicação Chapisco	Manual		
Plano de Painel	Parede	Aplicação/Idade	28dias	Corte	à seco	Equip. de Aplicação	Rolo para Chapisco		
Corpo de Prova	Seção (mm)	Tensão (Mpa)	Forma da Ruptura					Revestime nto (e)	Observações
			(a)	(b)	(c)	(d)	(e)		
1	50	0,517		x				25 mm	10 a 20% de argamassa na pastilha
2	50	0,599	x					25 mm	90 a 95% de argamassa na pastilha
3	50	0,739	x					25 mm	90 a 95% de argamassa na pastilha
4	50	0,410	x					25 mm	90 a 95% de argamassa na pastilha
Média		0,566							

Fonte: Autores, 2018.

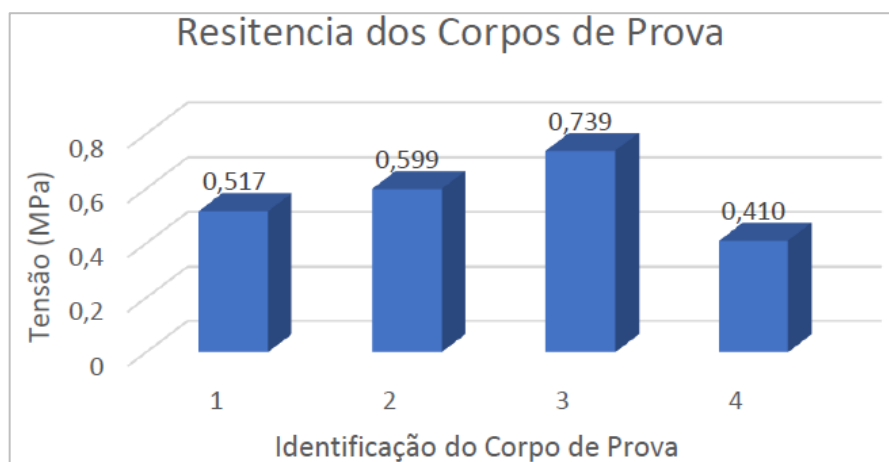


Figura 18: Tensão adquirida após ensaios de ruptura no PA-02

Fonte: Autores, 2018.

O Corpo de Prova 01, atingiu tensão de resistência de 0,517MPa e com forma de ruptura na argamassa de revestimento (b), neste cerca de 10 a 20% de argamassa ficou retido na Pastilha/CP.

O Corpo de Prova 02, atingiu tensão de resistência de 0,599MPa e com forma de ruptura na interface argamassa de revestimento e o substrato (a), neste cerca de 90 a 95% de argamassa ficou retido na Pastilha/CP.

O Corpo de Prova 03, atingiu tensão de resistência de 0,739MPa e com forma de ruptura na interface argamassa de revestimento e o substrato (a), neste cerca de 90 a 95% de argamassa ficou retido na Pastilha/CP.

O Corpo de Prova 04, atingiu tensão de resistência de 0,410MPa e com forma de ruptura na interface argamassa de revestimento e o substrato (a), neste cerca de 90 a 95% de argamassa ficou retido na Pastilha/CP.

4.3 Análise PA-03

Os resultados médios de resistência a tração atenderam os requisitos mínimos estipulados por norma e no PA-03 a resistência média foi de 0,578Mpa (Tabela 8), sendo 192% acima do proposto. Dentre os chapiscos aplicados, neste painel foi consumido apenas 2,05 l/m², sendo o maior consumo.

Tabela 8: Relatório de Ensaio de Resistencia a tração do PA-03

RELATORIO DE ENSAIO DE RESISTENCIA A TRAÇÃO									
Resp. Ensaio	FCK	Local	Manhattan Residence - CEO Empreendimentos						
Painel de Amostra	PA-03	Substrato	Concreto	Data	22/05/2018	Aplicação Chapisco	Manual		
Plano de Painel	Parede	Aplicação/Idade	28dias	Corte	à seco	Equip. de Aplicação	Colher de pedreiro		
Corpo de Prova	Seção (mm)	Tensão (Mpa)	Forma da Ruptura					Revestime nto (e)	Observações
			(a)	(b)	(c)	(d)	(e)		
1	50	0,531	x					25 mm	90 a 95% de argamassa na pastilha
2	50	0,222		x				25 mm	10 a 20% de argamassa na pastilha
3	50	0,939		x				25 mm	10 a 20% de argamassa na pastilha
4	50	0,621		x				25 mm	10 a 20% de argamassa na pastilha
Média		0,578							

Fonte: Autores, 2018.

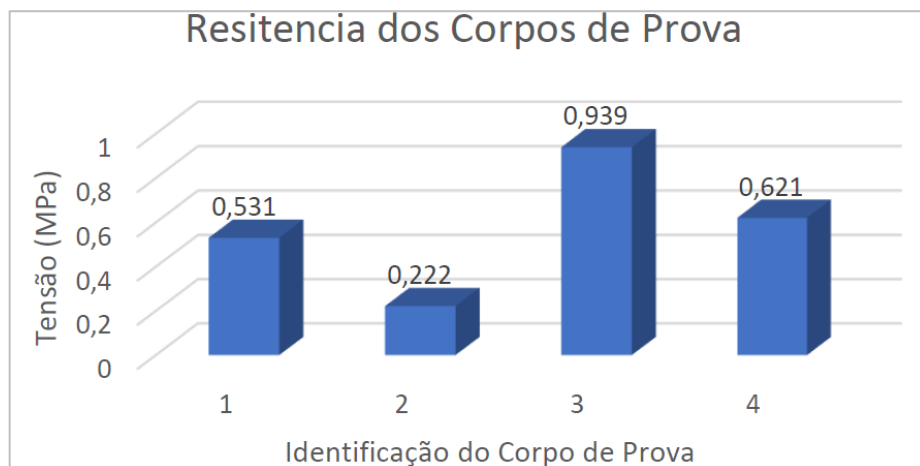


Figura 19: Tensão adquirida após ensaios de ruptura no PA-03

Fonte: Autores, 2018.

O Corpo de Prova 01, atingiu tensão de resistência de 0,531MPa e com forma de ruptura na interface argamassa de revestimento e o substrato (a), neste cerca de 90 a 95% de argamassa ficou retido na Pastilha/CP.

O Corpo de Prova 02, atingiu tensão de resistência de 0,222MPa e com forma de ruptura na argamassa de revestimento (b), neste cerca de 10 a 20% de argamassa ficou retido na Pastilha/CP. Este corpo de prova foi o único que não atingiu a resistência mínima estipulada.

O Corpo de Prova 03, atingiu tensão de resistência de 0,939MPa e com forma de ruptura na argamassa de revestimento (b), neste cerca de 10 a 20% de argamassa ficou retido na Pastilha/CP. A maior resistência adquirida entre os CP ensaiados.

O Corpo de Prova 04, atingiu tensão de resistência de 0,621MPa e com forma de ruptura na argamassa de revestimento (b), neste cerca de 10 a 20% de argamassa ficou retido na Pastilha/CP.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho propôs determinar as resistências de revestimentos de argamassa em substratos de concreto, estabelecendo comparativos em termos de forma de aplicação de chapisco: Manual (colher de pedreiro e rolo para chapisco) ou mecânica (chapiscadeira mecânica). Sendo então, é exposto na Tabela 9 itens como: avaliação da resistência a tração dos painéis de argamassa; o volume consumido de chapisco; e o desperdício para de chapiscos.

Tabela 9: Comparativo de colocações dos métodos de aplicações

Quesitos	Manual		Mecânico
	Colher	Rolo	Chapiscadeira
Resistencia de aderência a tração	0,578Mpa	0,566Mpa	0,520 Mpa
Consumo de chapisco	2,05 litros	1,25 litros	1,70 litros
Nível de desperdício de chapisco	Médio	Baixo	Alto

Fonte: Autores, 2018.

Através dos ensaios, dentre os três métodos de aplicação, no que tange a resistência de aderência, o método de aplicação manual utilizando colher de pedreiro, apresentou os maiores valores de resistência, com 0,578 MPa, porém foi o que mais consumiu chapisco, 2,05 litros. E seu nível de desperdício de chapisco é intermediário.

Enquanto o método mecânico, com a utilização de chapiscadeira, atingiu a menor resistência, quando comparado aos outros painéis, de 0,520 MPa e consumo necessário de 1,70 litros de chapisco. Acarretou também o maior desperdício, com nível alto.

Já o método de aplicação com rolo para chapiscadeira, apresentou resistência de 0,566 MPa. Sua aplicação utilizou o menor volume de chapisco, 1,25 litros, e desperdício de nível baixo.

Diante dos parâmetros avaliados, pôde-se perceber que pelos três métodos de aplicação é possível atender às exigências da ABNT NBR 13749:2013. Destes processos, julgou-se que o método mais eficiente de aplicação de chapisco é o método manual com rolo. Pois levando em consideração que a base deste trabalho é a resistência a tração, o que contou muito para a

decisão foi que este método se destacou por utilizar menor quantidade de chapisco e menor desperdício no ato de aplicação. Mesmo não apresentando a maior resistência quando comparado aos outros métodos, ainda se torna viável, já que atingiu a resistência de 0,566 Mpa, sendo acima do estipulado por norma, de 0,3Mpa.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, José; SEQUEIRA, Cristina; COSTA, Marta. **ENSINAMENTOS A RETIRAR DO PASSADO HISTÓRICO DAS ARGAMASSAS**. Disponível em: <<http://www.apfac.pt/congresso2005/comunicacoes/Paper%2051.pdf>>. Acesso em: 10/05/2018.

ALVES, José Dáico. **Materiais de Construção**. 8ª Ed. Goiânia: UFG, 2006.

ALMEIDA, José Luís Mesquita dos Santos Lima de. **Argamassas Tradicionais e Industriais de Alvenaria em Edifícios**. 2010. 108 p. Tese (Mestrado) – Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2010.

ANGELIM, R. R.; ANGELIM, S. C. M.; CARASEK, H. Influência da distribuição granulométrica da areia no comportamento dos revestimentos de argamassa. In: **V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS**, 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: ANTAC, 2003.

ANTUNES, R. P. N. **Influência da reologia e da energia de impacto na resistência de aderência de revestimentos de argamassa**. 162 f. 2005. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia) –Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7200**: execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13528**: revestimento de parede e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13529**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 2013.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13749**: revestimentos de paredes e tetos de argamassa. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de Revestimentos: Argamassas**. 1. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2017. Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)

BAUER, E. (Ed.) **Revestimento de argamassa: características e peculiaridades**. Brasília: LEM- UnB; SINDUSCON, 2005.

CAMPOS, Maria Oliveira. **Estudo Da Resistência De Aderência À Tração E Ao Cisalhamento De Revestimentos De Argamassa Em Substratos De Concreto**. Goiânia: UFG, 2014.

CARASEK, H. **Aderência de argamassa à base de cimento Portland a substratos porosos – avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo de ligação.** São Paulo, 1996. Tese de Doutorado – EPUSP – Universidade de São Paulo.

CARASEK, Helena. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** São Paulo, IBRACON, 2007.

CARASEK, H. **Argamassas.** In: Isaia, G.C. (Ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** São Paulo: IBRACON, 2010.

CICHINELLI, Gisele. **Obras: Chapisco, emboço e reboco. 55.** Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/55/chapisco-emboco-e-reboco-aprenda-a-preparar-as-argamassas-275577-1.aspx>>. Acesso em: 09 out. 2017.

KAZMIERCZAK, Cláudio de Souza. BREZEZINSKI, Débora Elisiane. COLLATTO, Décio. **Influência do Substrato na Resistência de Aderência à Tração e na Distribuição de Poros de uma Argamassa.** Estudos tecnológicos, Rio Grande do Sul, v. 3, p. 47-58, jun. 2007.

SANTOS, Heraldo Barbosa dos. **ENSAIO DE ADERÊNCIA DAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO: Tecnologia e Produtividade das Construções.** 2008. 50 f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Minas Gerais, 2008.

SELMO, S. M. S. **Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo dos edifícios.** São Paulo, 1989. 187p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.