AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE CHAPISCOS APLICADOS EM SUBSTRATOS DE CONCRETO – INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO SUPERFICIAL DO SUBSTRATO NA ADERÊNCIA DE ARGAMASSAS DE CHAPISCO COM RETENTOR DE ÁGUA

MARIO, Mauro[1], MÜLLER, Anderson Augusto[2], STOLZ, Carina Mariane[3], MASUERO, Angela Borges[4]

[1] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, aluno, mestrando em Engenharia, e-mail: mauro.mario@ig.com.br
[2] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, aluno, mestrando em Engenharia, e-mail: anderson.augusto.m@gmail.com
[3] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, aluno, doutoranda em Engenharia, e-mail: carimstolz@yahoo.com.br
[4] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, professora, doutora em Engenharia, e-mail: angela.masuero@ufrgs.br

RESUMO

O sistema de revestimento de argamassa apresenta reincidentes manifestações patológicas, muitas delas resultantes da falta de aderência entre os seus constituintes. Na tentativa de minimizar estes problemas, busca-se avaliar os diversos processos envolvidos na sua produção. Em contribuição a estes estudos, este trabalho teve como objetivo verificar a influência do tratamento superficial de substratos de concreto na aderência de sistemas de revestimento de argamassa. Para tal, os mesmos foram avaliados quanto à resistência de aderência à tração aos 28 dias de idade, quando aplicados sobre substratos de concreto com diferentes tratamentos superficiais (lixado e escovado), e com chapisco com e sem aditivo retentor de água, variando-se a sua espessura através da aplicação de uma ou duas demãos. Paralelamente a aplicação do revestimento, através da digitalização tridimensional a laser, mediu-se o aumento da área de contato de cada substrato com diferentes tratamentos superficiais. Através dos resultados obtidos, observou-se estatisticamente que o tratamento superficial lixado melhorou os resultados de resistência de aderência à tração. A presença de aditivo retentor de água e a mudança da espessura da camada de chapisco não apresentaram influência estatisticamente significativa na resistência de aderência à tração para os materiais utilizados nesta pesquisa. Os ensaios de digitalização tridimensional a laser mostrou que o substrato escovado apresentou uma área superficial maior.

Palavras chave: Revestimentos de argamassa, substrato de concreto, tratamento superficial, scanner tridimensional a laser.

ABSTRACT

The building coating system presents some pathological manifestations, many of them resulting from no adherence among their constituents. In an attempt to minimize these problems, there is some researches to evaluate the various processes involved in its production. In contribution to these studies, this article aimed to investigate the influence of surface treatment of concrete substrates in adhesion of mortar lining systems. For this, they were evaluated for tensile bond strength at 28 days of age when applied to concrete substrates with different surface treatments (sanded and brushed) and roughcast with and without water retainer additive, varying its thickness by applying one or two coats. Before the application of the coating we measured the increase of the contact area of each substrate with different surface treatments using three-dimensional laser scanning. Through the results, we observed statistically that the sanded surface treatment improved the results of tensile bond strength. The presence of additive water retainer and change the thickness of the layer roughcast no statistically significant influence on tensile bond strength for the materials used in this research. Assays three-dimensional laser scanning showed that the brushed substrate had a greater surface area.

Keywords: Mortar coatings, concrete substrate surface treatment, three-dimensional laser scanner.

1. INTRODUÇÃO

Revestimentos de argamassa, embora amplamente empregados, ainda e cada vez mais, despertam interesse por parte de pesquisadores e empresas construtoras. Este interesse se justifica pela incidência de manifestações patológicas presentes nos mesmos, em maior ou menor grau. Pesquisa realizada por Brandão (2007) aponta que esta etapa executiva apresenta o segundo maior índice (18%) de manifestações patológicas nas edificações no estado de Goiás, perdendo apenas para as paredes (22%) e seguidos pela estrutura de concreto armado (13%). Dentre estas manifestações podem ser citadas: fissuras, insuficiência de aderência (descolamento), retração, mancha de umidade, entre outras (MOURA, 2007).

Entre as diversas manifestações patológicas, um cuidado especial deve ser dado aos casos de descolamentos. Quando este ocorre em fachadas externas, este pode representar um indicativo de perigo para os usuários da edificação e os pedestres. Além disso, esta anomalia pode servir de entrada para agentes agressivos que pode desencadear outras manifestações patológicas (MOURA, 2007).

Segundo Gasperin (2011), o descolamento está diretamente relacionado ao mecanismo de aderência, sendo causado pela insuficiente aderência entre o substrato e a camada de preparo da base (chapisco) ou entre esta camada e a camada de revestimento.

Araújo Jr. (2004) e Moura (2007) citam inúmeras variáveis que podem influenciar o desempenho de um revestimento, como o tratamento superficial do substrato, a camada de preparo, os tipos de materiais utilizados, a forma de execução e as condições de cura e exposição. Ainda, segundo Moura (2007), para as manifestações patológicas de descolamento não é satisfatório conhecer as argamassas, pois, este é um resultado da aderência e da interação do substrato com o revestimento.

Neste contexto, o objetivo deste artigo consiste em verificar a influência do tratamento superficial do substrato na aderência de argamassas. Os objetivos específicos deste trabalho são: verificar a influência da presença de aditivo retentor de água e a mudança da espessura da camada de chapisco na resistência de aderência à tração, além disso, medir a área de contato nos diferentes tratamentos superficiais do substrato através da digitalização tridimensional a laser.

2. PROGRAMA EXPERIMENTAL

A metodologia adotada neste trabalho constituiu inicialmente em caracterizar os materiais utilizados e preparar as superfícies dos substratos para receber o revestimento. Em seguida digitalizou-se a superfície dos substratos e logo após aplicou-se o chapisco e, após alguns dias, o revestimento de argamassa. Por fim, executou-se o ensaio de aderência a tração para medir a resistência dos revestimentos.

2.1 Materiais utilizados

Os materiais utilizados neste trabalho foram cimento CP-II Z 32, água fornecida pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), areia de origem do rio Jacuí, localizado na região Leste do estado do Rio Grande do Sul, e o aditivo retentor de água (Tylose MHS 10012 P6).

2.2 Determinação da quantidade de água: ensaio de índice de consistência

Esse ensaio foi realizado com objetivo de determinar a quantidade de água a ser utilizada no traço, tanto para a produção do chapisco quanto para a produção de argamassa de revestimento. Este foi realizado de acordo com a norma NBR 13276: 2005 com um espalhamento fixo de 363 ± 10 mm para o chapisco e 230 ± 10 mm para a argamassa (Figura 1).



Figura 1: Execução do ensaio de consistência (Fonte: Próprio autor).

2.3 Ensaio de ar incorporado e densidade

O ensaio de densidade e de ar incorporado foi realizado conforme a norma NBR 13278:2005. Este foi utilizado para caracterizar a argamassa e o chapisco no estado fresco. Com este ensaio é obtido o peso do material para um determinado volume e o percentual de ar presente no material (Figura 2).



Figura 2: Execução do ensaio de densidade e teor de ar incorporado (Fonte: Próprio autor).

2.4 Ensaio para determinação de absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade

O ensaio de determinação de absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade foram realizados conforme a norma NBR 15259:2005. Este foi utilizado para caracterizar a argamassa e o chapisco no estado endurecido. Com este ensaio é obtido a quantidade de água que a argamassa é capaz de absorver (Figura 3).



Figura 3: Execução do ensaio de absorção de água por capilaridade (Fonte: Próprio autor).

2.5 Ensaio para determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultra-sônica

O ensaio de determinação do módulo de elasticidade dinâmico através de propagação de onda ultra-sônica foi realizado conforme a norma NBR 15630:2009. Este foi utilizado para caracterizar a argamassa e o chapisco no estado endurecido. Com módulos de elasticidade altos, mais rígido é o material, menor é a absorção de tensão (Figura 4).



Figura 4: Execução do ensaio de ultra-som (Fonte: Próprio autor).

2.6 Ensaio de resistência à compressão do concreto

O ensaio de resistência mecânica a compressão foi realizado de acordo com a norma NBR 5739 (2007). Este foi utilizado para caracterizar o concreto no estado endurecido (Figura 5).



Figura 5: Execução do ensaio de compressão do corpo-de-prova do substrato (Fonte: Próprio autor).

2.7 Ensaio de resistência à tração na flexão e à compressão das argamassas

O ensaio de resistência à tração na flexão e à compressão foi realizado conforme a norma NBR 13279:2005. Este é utilizado para caracterizar a argamassa e o chapisco no estado endurecido (Figura 6).



Figura 6: Execução do ensaio de tração na flexão e compressão das argamassas (Fonte: Próprio autor).

2.8 Ensaios de digitalização tridimensional a laser

Para verificar o efeito na área de contato dos substratos submetidos a diferentes tratamentos superficiais buscou-se no Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM) da UFRGS o scanner de digitalização tridimensional a laser para medir a área superficial.

O Digimill 3D, fabricado pela Tecnodrill, é um equipamento controlado numericamente por ponto (CNC) híbrido (fresa e scanner tridimensional a laser). Segundo Silva (2006), este aparelho se movimenta sobre a superfície do objeto medindo no plano X e Y e possui um cabeçote que mede a altura Z, gerando uma nuvem de pontos em coordenadas (x, y, z). Para a digitalização da superfície do substrato foi utilizado um espaçamento entre pontos de 0,1 mm e uma lente de 50 mm.

Após adquirir os dados através do scanner tridimensional a laser, utilizou-se o software Geomagic Studio 10 para transformar estas informações em imagens digitais. Com o software Photoshop CS5 foi possível quantificar a área de cada substrato com diferentes tratamentos superficiais.

2.9 Ensaio de resistência de aderência do sistema de revestimento

Este trabalho consistiu em verificar a aderência do sistema de revestimento de argamassa assentado sobre substrato de concreto (placas de concreto de dimensões de 4,7 x 24,9 x 34,8 cm), este recebeu diferentes tipos de tratamentos superficiais (lixado e escovado). Ainda em forma de tratamento da superfície para receber o revestimento de argamassa, foi aplicado dois traços diferentes de chapisco em dois níveis de espessura. O revestimento final de argamassa foi mantido constante.

O tratamento superficial escovado adotado consistiu em passar uma escova de aço 2 vezes ao longo de toda a superfície de 8 placas de concreto (Figura 7). O restante das placas, oito unidades, passaram por um tratamento superficial de lixamento através de uma lixadeira (Figura 8). Esta foi passada ao longo da placa até que toda a superfície fosse lixada. Depois de

realizados os preparativos das superfícies, lavou-se as placas para remover todas as partículas soltas que poderiam atrapalhar na aderência do chapisco.



Figura 7: Lixando o substrato (Fonte: Próprio autor).



Figura 8: Escovando o substrato (Fonte: Próprio autor).

Para a camada de chapisco foram utilizados dois traços, um chapisco sem adição (1:3 em volume e a/c de 0,76) e outro com 0,25% de aditivo retentor de água (1:3 em volume e a/c de 0,71). Estes foram misturados com um misturador em uma furadeira. Além disso, foram utilizadas duas espessuras de chapisco. Para esta etapa variou-se o número de aplicações do chapisco, oito placas receberam uma demão de chapisco, oito placas receberam duas demãos, aumentando a espessura do chapisco. As placas receberam a primeira demão e em seguida a metade recebeu a segunda demão. A fim de minimizar a variação da energia de aplicação do chapisco, este processo foi executado por apenas um operador. A figura 9 mostra o programa experimental do trabalho. Após a aplicação, as placas foram armazenadas por três dias para a aplicação da camada de revestimento de argamassa.



Figura 9: Programa experimental.

Para finalizar o sistema de revestimento, foi utilizado uma argamassa industrializada. A quantidade de água foi determinada através do ensaio de consistência. Para este trabalho e as condições no dia do ensaio, a quantidade de água foi de 0,133 litros para cada 1 kg de argamassa. A aplicação da argamassa nas placas de concreto foi através da caixa de queda (Figura 10). Esta consiste em uma estrutura que possui uma placa posicionada a uma altura fixa onde é colocada um volume de argamassa. Neste trabalho a altura utilizada foi de 1,10 m e o volume de 7678,3 cm3. Ao puxar a alavanca na lateral, esta libera a placa fazendo com que solte a argamassa em queda livre. Com este equipamento reduziu-se a variação da força de aplicação do operador, sendo igual para todas as placas.


Figura 10: Aplicação da argamassa de revestimento através da caixa de queda (Fonte: Próprio autor).

Após a aplicação da argamassa, esperou-se até o momento que a argamassa atingiu uma resistência mínima, definida pela experiência do aplicador, para sarrafear e desempenar. As placas ficaram armazenadas durante 24 horas até serem desmoldadas e transportada para uma câmara climatizada, temperatura de 23 ± 2 °C e umidade de 65%, e armazenada por um período de 28 dias para serem ensaiadas.

Seguindo a norma NBR 15258:2010, após 26 dias, as placas foram furadas com uma cerra copo de diâmetro de 5 cm acoplado em uma furadeira de bancada. A distância entre os furos e as bordas era de 5 cm, resultando 6 furos em cada placa. Limpou-se as superfícies e colou-se pastilhas metálicas com resina epóxi (Figura 11). As placas voltaram para a câmara climatizada até o dia do ensaio, com 28 dias de cura. No dia do ensaio, foi utilizado o aderímetro e anotado os valores de ruptura e a localização da mesma.



Figura 11: Placas prontas para o ensaio de aderência (Fonte: Próprio autor).

3. RESULTADOS

Os resultados dos ensaios de caracterização dos materiais e no estado fresco são apresentados na figura 12.

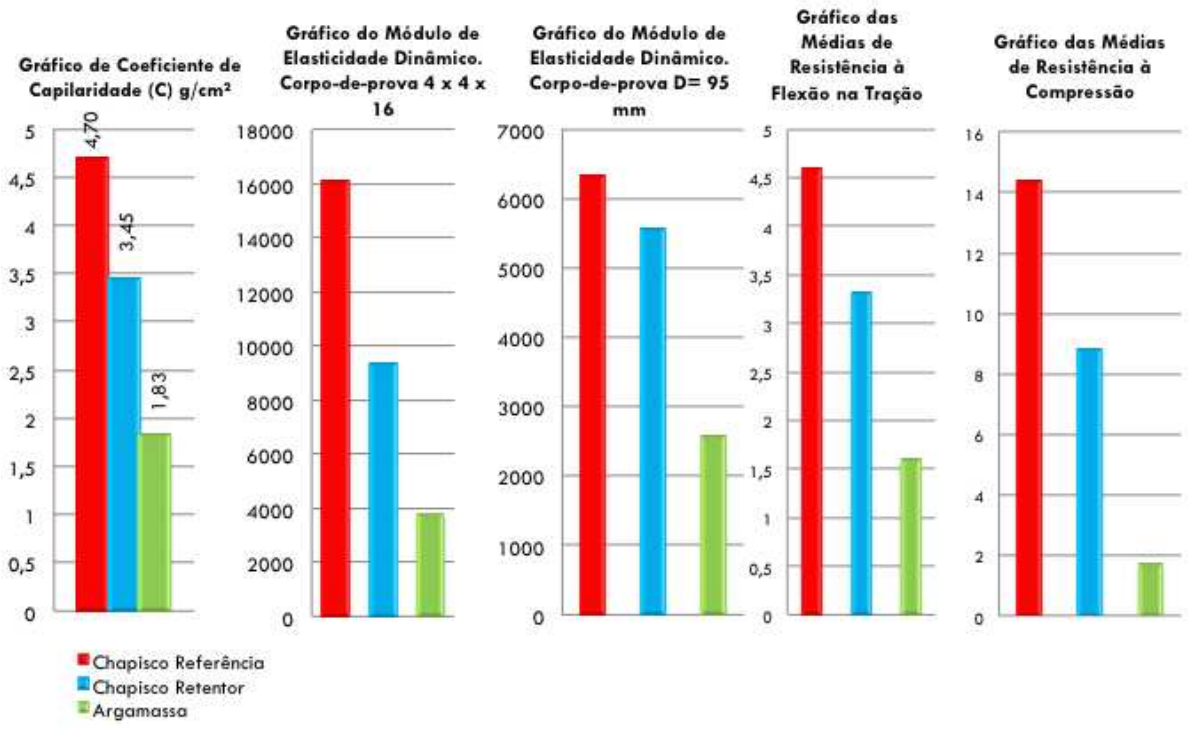

Figura 12: Resultados dos ensaios de absorção de água, ultra-som, resistência à flexão na tração e compressão nas argamassas.

O resultado obtido no ensaio de resistência mecânica à compressão do substrato foram 34,54 MPa e 36,65 MPa. Os resultados do ensaio de resistência de aderência estão apresentados nas tabelas 1 e 2:

Tabela 1: Resultados de resistência de aderência nos substratos lixados

Tratamento Superficial	Tipo Chapisco	Demãos	Resistência (MPa)	Média	Desvio	Ruptura (%)						
						Substrato	Substrato / Chapisco	Chapisco	Chapisco / Argamassa	Argamassa	Argamassa / Cola	Cola / Pastilha
LIXADO	Sem Aditivo	Uma Demão	0,43	0,51	0,26						100	
			0,50							100		
			0,30							100		
			0,50								100	
			0,49							100		
			1,10							100		
			0,98							100		
			0,38						100			
			0,48							100		
			0,26							100		
			0,40								100	
			0,32						100			
LIXADO	Sem Aditivo	Duas Demãos	0,23	0,37	0,08					100		
			0,35							100		
			0,25							100		
			0,42							100		
			0,30							100		
			0,37							100		
			0,40							100		
			0,52							100		
			0,40							100		
			0,39							100		
			0,34							100		
			0,41							100		
LIXADO	Com Aditivo	Uma Demão	0,27	0,42	0,15					100		
			0,32							100		
			0,30							100		
			0,34							100		
			0,43							100		
			0,40							100		
			0,72							100		
			0,52							100		
			0,52							100		
			0,57							100		
			0,21							100		
			0,47							100		
LIXADO	Com Aditivo	Duas Demãos	0,40	0,50	0,10					100		
			0,42						60	40		
			0,46							100		
			0,40							100		
			0,35						100			
			0,49							100		
			0,59							100		
			0,57						60	40		
			0,68							100		
			0,59							100		
			0,47						60	40		
			0,53						100			

Tabela 2: Resultados de resistência de aderência nos substratos escovados

Tratamento Superficial	Tipo Chapisco	Demãos	Resistência (MPa)	Média	Desvio	Ruptura (%)						
						Substrato	Substrato / Chapisco	Chapisco	Chapisco / Argamassa	Argamassa	Argamassa / Cola	Cola / Pastilha
ESCOVADO	Sem Aditivo	Uma Demão	0,50	0,33	0,09					100		
			0,41							100		
			0,41							100		
			0,41							100		
			0,38							100		
			0,25							100		
			0,27						100			
			0,32						100			
			0,28						100			
			0,19						100			
			0,30						100			
			0,27						100			
ESCOVADO	Sem Aditivo	Duas Demãos	0,36	0,42	0,15				100			
			0,39						100			
			0,51						100			
			0,16						100			
			0,55							100		
			0,57							100		
			0,45							100		
			0,48							100		
			0,49							100		
			0,35								100	
			0,60							100		
			0,16								100	
ESCOVADO	Com Aditivo	Uma Demão	0,38	0,35	0,07					100		
			0,40							100		
			0,32							100		
			0,34							100		
			0,26						100			
			0,38							100		
			0,47						40	60		
			0,26							100		
			0,24							100		
			0,40							100		
			0,32							100		
			0,46						100			
ESCOVADO	Com Aditivo	Duas Demãos	0,54	0,35	0,09				100			
			0,35							100		
			0,33							100		
			0,38							100		
			0,34						50	50		
			0,38						70	30		
			0,34							100		
			0,26							100		
			0,45							100		
			0,36							100		
			0,22						100			
			0,29						100			

Na tabela 3 é apresentado a análise de variância (ANOVA) do ensaio de aderência a tração. Este mostra que somente o tratamento superficial apresenta uma influência sobre a resistência de aderência à tração (Figura 13).

Tabela 3: Análise de variância do ensaio de aderência a tração

	SQ	GDL	MQ	Fcal	Fator p	Significativo
Tipo de Tratamento	0,16696	1	0,16696	8,2997	0,004934	sim
Tipo de Chapisco	0,00017	1	0,00017	0,0085	0,926895	Não
Demão	0,00035	1	0,00035	0,0176	0,894882	Não
Erro	1,85070	92	0,02012			

SQ: soma quadrática; GDL: grau de liberdade; MQ: média quadrática; Fcalc: valor calculado de F

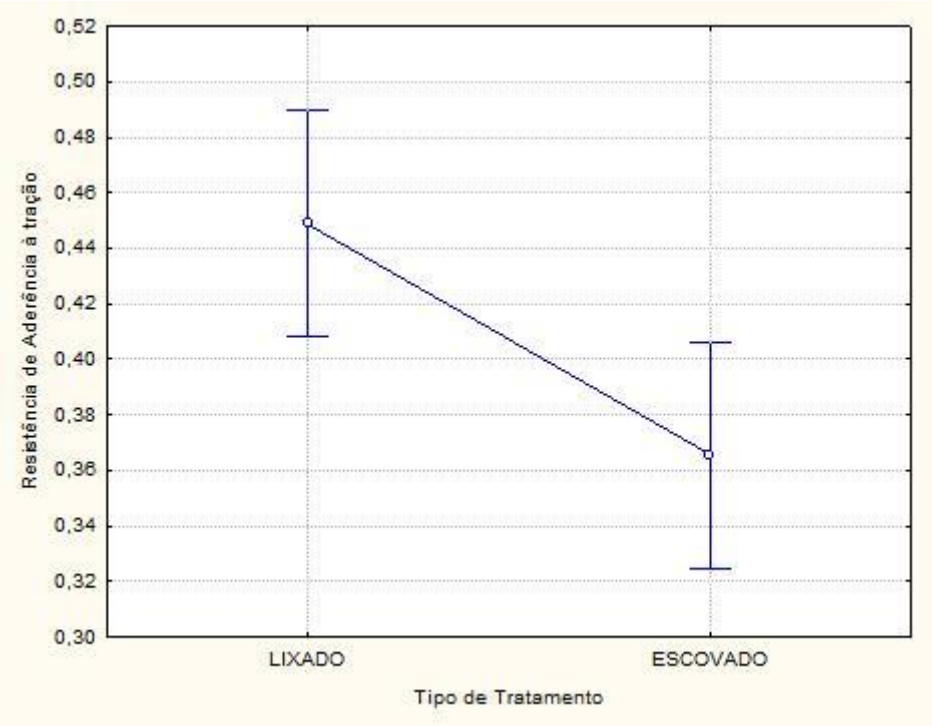

Figura 13: Análise de variância dos valores de resistência de aderência à tração aplicadas sobre diferentes tratamentos superficiais do substrato.

As digitalizações tridimensionais dos substratos com diferentes tratamentos superficiais (Figuras 14 a 16) foram realizadas em uma parte da amostra, a área analisada foi de 2990,83 mm². Os valores são apresentados na tabela 4.

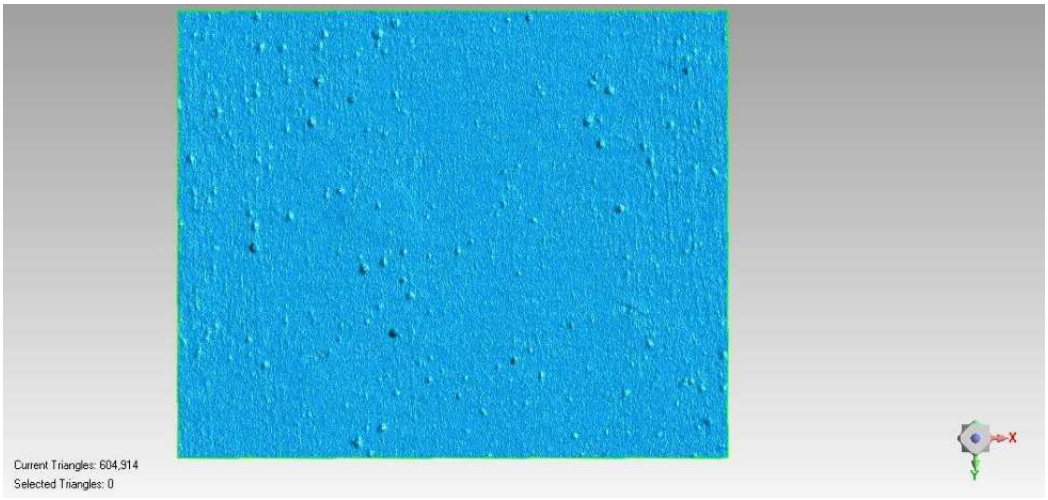

Figura 14: Digitalização tridimensional do substrato sem tratamento superficial.

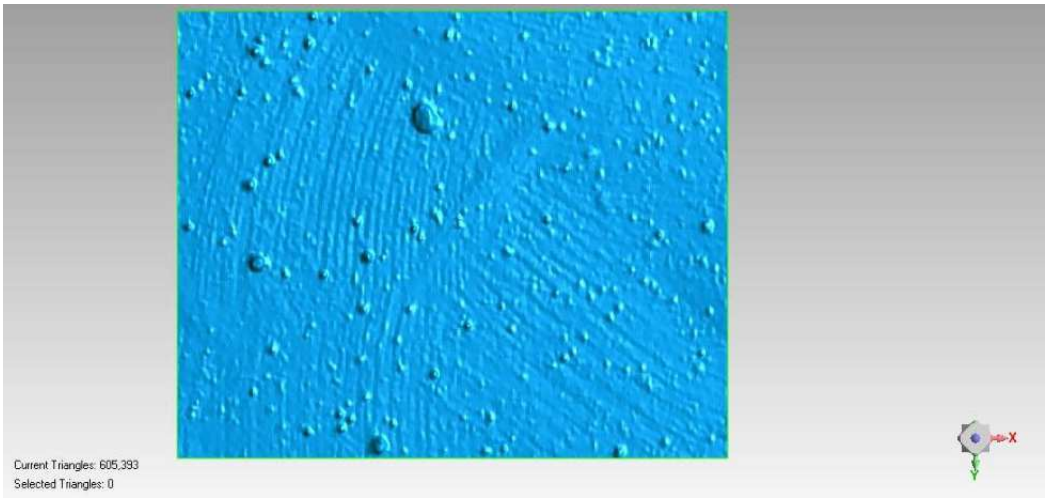

Figura 15: Digitalização tridimensional do substrato com tratamento superficial, escovado.

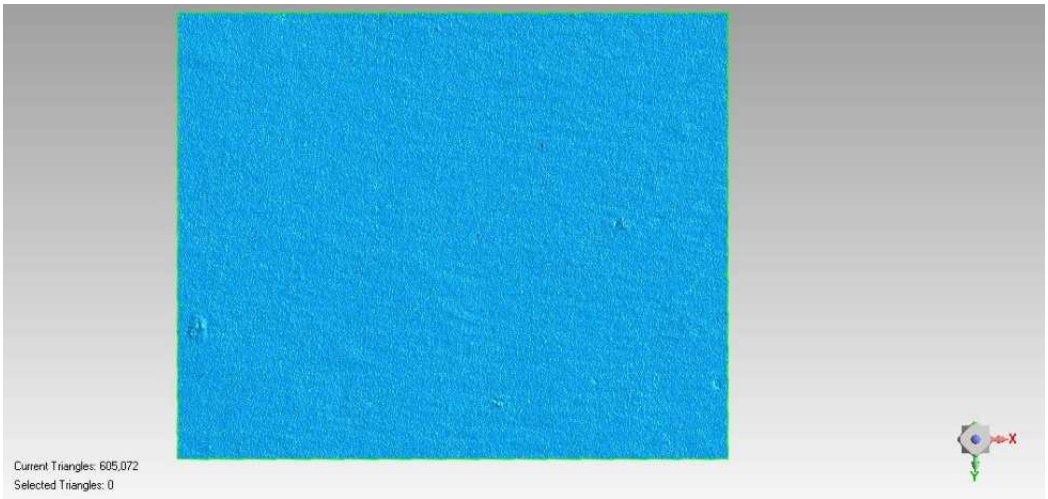

Figura 16: Digitalização tridimensional do substrato com tratamento superficial, lixado.

Tabela 4: Área superficial das amostras de cada substrato submetido a diferentes tratamentos.

	Tratamento Superficial		
	Sem Tratamento	Lixado	Escovado
Área (mm²)	3008,92	3016,22	3020,06

4. CONCLUSÕES

Ao término desta pesquisa verificou-se que o tratamento superficial do substrato apresenta influência significativa, a um nível de significância de 95%, na aderência de argamassa. Observando os resultados percebe-se que o tratamento lixado apresentou os melhores resultados de resistência de aderência à tração.

A presença de aditivo retentor de água e a mudança da espessura da camada de chapisco não influenciaram na resistência de aderência à tração.

Com relação aos ensaios de caracterização observou-se que o chapisco com aditivo retentor de água apresentou uma absorção de água e uma resistência mecânica à compressão e à tração inferior ao corpo-de-prova sem aditivo. Este pode ser explicado pelo aumento do teor de ar incorporado no chapisco com aditivo que formou bolhas de ar isoladas.

Com o tratamento superficial lixado, em 1 demão, chapisco com retentor, nota-se muitas falhas na interface argamassa/cola, o que ocasiona redução da tensão média de ruptura (Ri).

Os ensaios de digitalização tridimensional a laser mostrou que o substrato escovado apresentou uma área superficial maior.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO JR., J, M. **Contribuição ao estudo das propriedades físico-mecânicas das argamassas de revestimento**. 2004. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Brasília.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR** 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR** 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

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

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

_____. **NBR** 15258: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR** 15259: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR** 15630: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultra-sônica. Rio de Janeiro, 2009.

BRANDÃO, R. M. L. **Levantamento das manifestações patológicas nas edificações, com até cinco anos de idade, executadas no Estado de Goiás**. 2007. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

GASPERIN, J. **Aderência de revestimentos de argamassa em substratos de concreto. influência da forma de aplicação e composição do chapisco**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

MOURA, C. B. **Aderência de revestimentos externos de argamassa em substrato de concreto: influência das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco**. 2007. 234 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre.

SILVA, F. P. **Uso da digitalização tridimensional a laser no desenvolvimento e caracterização de texturas aplicadas ao design de productos**. 2006. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.