

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA EM FUNÇÃO DA CAMADA DE PREPARO E TRATAMENTO DO SUBSTRATO DE CONCRETO

LANSINI, Bruno 1; MÜLLER, Anderson Augusto 2; MARIO, Mauro 3; MASUERO, Angela Borges 4.

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, aluno, Graduando, e-mail: brunolansini@gmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, aluno, Engenheiro, e-mail: anderson.augusto@ufrgs.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, aluno, Engenheiro, e-mail: mauro.mario@ig.com.br

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Professora, Doutora, e-mail: angela.masuero@ufrgs.br

RESUMO

A origem de algumas falhas no desempenho do sistema de revestimento de argamassa pode estar relacionada a uma série de fatores. Especificamente ao chapisco, tem se verificado o uso dos diversos tipos. No entanto, diversas outras técnicas podem ser observadas em algumas obras. Uma técnica que foi proposta leva em consideração o uso de argamassa colante (AC-II) no lugar do chapisco adesivo. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho do revestimento de argamassa, quanto à resistência de aderência à tração. Foram utilizados substratos de concreto (fck 30 MPa) com três diferentes tratamentos superficiais: lixado, escovado e sem tratamento. Como chapisco foram utilizados o chapisco convencional (argamassa cimento e areia, 1:3), chapisco desempenado (argamassa para chapisco desempenado industrializada), argamassa colante (AC-II) e o chapisco industrial rolado. Os diferentes chapiscos foram revestidos após 3 dias, com argamassa de cimento, cal e areia (1:1:4). Após os 28 dias da aplicação da argamassa de revestimento foram realizados os ensaios de resistência de aderência conforme a NBR 13528/2010. Com a análise dos resultados verificou-se que as menores resistências de aderência à tração estão relacionadas, neste estudo, com o chapisco rolado. A argamassa colante (AC-II) foi a que obteve resultados mais satisfatórios.

Palavras chave: Chapisco; Argamassa Colante; Substrato de Concreto; Resistência de Aderência

ABSTRACT

The origin of some performance failures of the mortar lining system can be related to many factors. Specifically to the roughcast, the use of various types has been found. However, various other techniques can be observed in some building. One technique that has been proposed takes into account the use of adhesive mortar (AC-II) in the place of roughcast adhesive. In this context, this work aims to evaluate the performance of the coating, as the adherence resistance to traction. Concrete substrates (fck 30 MPa) were used with three different surface treatments: sanded, brushed and untreated. As roughcast, conventional roughcast (mortar of cement and sand, 1:3), straightened roughcast (straightened industrialized roughcast mortar), adhesive mortar (AC-II) and rolled industrial roughcast were used. The different roughcast were coated after 3 days, with cement mortar, lime and sand (1:1:4). Twenty-eight days after the mortar coating strength tests of adherence resistance according to NBR 13528/2010 were performed. The analysis of the results showed that the lowest traction adhesion strengths are related, in this study, to rolled roughcast and the adhesive mortar showed us the most satisfactory result.

Keywords: Roughcast; Adhesive Mortar; Concrete Substrat; Adherence resistance

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais, estudos sobre argamassa de revestimento vêm sendo desenvolvidos, visto que é um dos materiais mais utilizados da construção civil, tanto para revestimento interno quanto para o externo. Apesar disso, o recorrente aparecimento de manifestações patológicas relacionadas com este sistema, demonstra a necessidade de estudos sobre esse tipo de material. As falhas relacionadas ao sistema de revestimento de argamassa, geralmente estão relacionadas com a falha de aderência. Identificar exatamente onde é a causa desta falha nem sempre é algo simples, pois trata-se de um sistema constituído de um substrato, chapisco e argamassa de revestimento.

Neste contexto diversos estudos vêm sendo desenvolvidos sobre a resistência de aderência, com o intuito de entender melhor o comportamento do sistema, assim evitando futuras manifestações patológicas e melhorando o desempenho final da edificação podendo se citar, entre outros, os trabalhos de Paes (2004), Antunes (2005), Pretto (2007), Moura (2007), Carasek e Cascudo (2007), Ruduit (2009), Müller (2010), Stolz (2010) e Longhi (2012), apenas alguns textos que foram utilizados como referencia para a elaboração do programa experimental adotado.

No sistema de revestimento de argamassa, é necessário observar as características e funções de cada parte que o constitui. Além disso, também deve-se considerar a interação e compatibilização entre cada interface e condições de aplicação. Neste sentido, o primeiro componente deste sistema que deve ser considerado é a base (ou substrato), esta deverá ser capaz de promover ancoragem para as camadas subsequentes, e para isso pode ser necessário algum tipo de preparo prévio. Este preparo pode consistir em uma simples limpeza ou ainda necessitar de processos mais efetivos como ser escovado, lixado ou apicoado (substratos de concreto). O segundo componente é o chapisco, este é uma camada de preparo da base, que pode ser aplicado sobre o concreto e tem a função de uniformizar a absorção do substrato e aumentar a área de contato para uma melhor ancoragem da argamassa de revestimento (BAÍIA e SABBATINI, 2001).

Sobre a camada de preparo, é aplicado o revestimento de argamassa. O revestimento de argamassa pode ser aplicado de diferentes formas (de forma geral, manualmente ou através de projeção mecânica), em número de camadas e espessura variáveis.

Neste trabalho objetivou-se verificar o efeito do preparo da base (concreto), lixado, escovado e sem tratamento com a aplicação de diferentes camadas de preparo (chapisco) utilizadas em obras na região metropolitana de Porto Alegre. Foram moldados substratos de concreto de 30 MPa e foram realizados três diferentes tratamentos superficiais (escovado, lixado e sem tratamento). Foram aplicados quatro diferentes tipos de chapisco (chapisco convencional, chapisco adesivo desempenado, argamassa colante AC II e chapisco rolado industrializado).

O revestimento de argamassa foi aplicado respeitando o tempo de cura do chapisco indicado pelo fabricante e o ensaio de resistência de aderência à tração foi feito segundo a norma NBR 13528/2010.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal analisar a resistência de aderência à tração da argamassa quando aplicada em diferentes tipos de chapisco sobre substratos de concreto com diferentes tratamentos superficiais. Como objetivos secundários, após a análise dos resultados, espera-se identificar o chapisco mais adequado para cada tratamento superficial, ou até mesmo, a necessidade deste.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Programa experimental

Na Figura 1 é possível visualizar a matriz experimental adotada neste estudo.

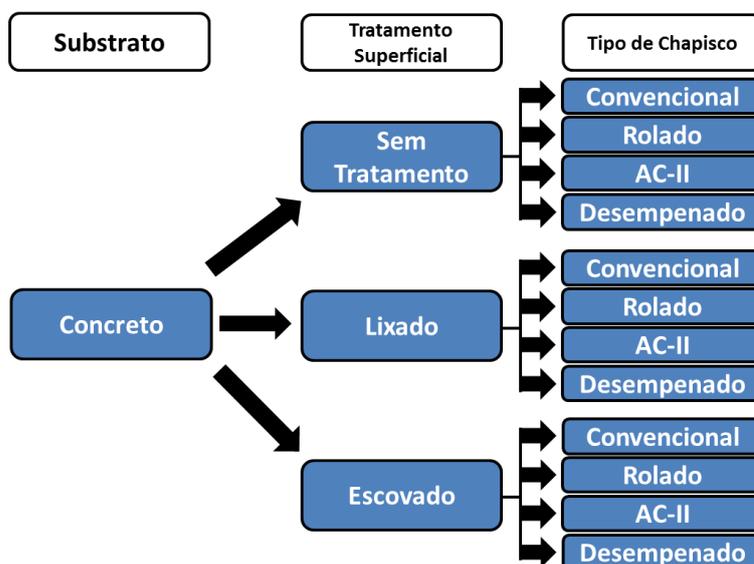


Figura 1: Programa experimental

3.2 Substrato de concreto

Os substratos de concreto foram moldados em formas metálicas de 25 cm por 35 cm sobre placa de compensado naval com concreto de fck 30 MPa. Foi utilizado concreto usinado e misturado em caminhão betoneira. As placas de concreto (Figura 2) foram moldadas em obra e levadas para o laboratório 24 horas após a concretagem, desmoldadas e levadas à cura

climatizada por um período superior a 28 dias. Este procedimento foi adotado com a finalidade de obter substratos semelhantes aos encontrados em obras de Porto Alegre.



Figura 2: Placas de concreto utilizadas como substrato

3.3 Tratamentos Superficiais

Os tratamentos superficiais foram feitos seguindo um mesmo padrão, mantendo constantes os equipamentos e operadores, a fim de se diminuir as diferenças entre os mesmos tratamentos. O tratamento lixado foi obtido com a ajuda de uma lixadeira circular, com disco diamantado específico para esta finalidade. Para o tratamento escovado, foi utilizada uma escova de aço com movimentos sempre no mesmo sentido.

3.4 Camada de preparo (chapisco)

Para cada tipo de chapisco foi utilizado argamassa (materiais) e forma de mistura adequada. A mistura foi feita com a ajuda de um misturador metálico acoplado a uma furadeira (Figura 3) até obter-se uma mistura homogênea.



Figura 3: Procedimento de mistura utilizado para os chapiscos

3.4.1 Chapisco Convencional

Para produção do chapisco convencional utilizou-se cimento CP-II F e areia natural quartzosa, na proporção de 1:3 (cimento:areia) em volume. A quantidade de água foi ajustada para se obter uma consistência adequada, de acordo com o julgamento de um pedreiro experiente. A aplicação foi feita pelo mesmo profissional, conforme mostra a Figura 4. As placas foram posicionadas na posição vertical e o chapisco foi aplicado com uma colher de pedreiro.



Figura 4: Aplicação do chapisco convencional

3.4.2 Chapisco Rolado

Para o chapisco rolado foi utilizado uma argamassa industrializada. Para determinar a quantidade de água, seguiu-se a indicação do fabricante. Sua aplicação foi feita com o uso de um rolo de textura, conforme mostra a Figura 5.



Figura 5: Aplicação do chapisco rolado

3.4.3 Argamassa Colante

Para o chapisco com argamassa colante, utilizou-se argamassa industrializada do tipo AC-II, seguindo o mesmo padrão de mistura adotado para os demais tipos de chapiscos. Sendo a aplicação sobre o substrato feita com uma desempenadeira metálica denteada. Para este procedimento primeiramente foi aplicada uma fina camada de argamassa colante com o lado liso da desempenadeira, sendo imediatamente após, deslizada a desempenadeira com o lado

denteado a fim de deixar sua superfície ondulada, aumentando sua superfície de contato, conforme Figura 6. Esta argamassa foi utilizada como chapisco, sendo a argamassa aplicada sobre ela após 3 dias de cura.



Figura 6: Aplicação da argamassa colante, utilizada como chapisco

3.4.4 Chapisco Adesivo

Para o chapisco desempenado (ou adesivo), utilizou-se uma argamassa industrializada desenvolvida para este fim. A aplicação desta argamassa de chapisco se deu de igual forma ao chapisco com argamassa colante já citada acima, a aplicação é apresentada na Figura 7.



Figura 7: Aplicação do chapisco adesivo

3.4.5 Caracterização das argamassas de chapisco

Para cada chapisco foram moldados corpos de prova 4x4x16 cm para determinar a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão, de acordo com a NBR 13279/2005, cujos resultados estão apresentados na Figura 8, e o coeficiente de capilaridade (conforme a NBR 15259/2005), cujos resultados estão mostrados na Figura 9.

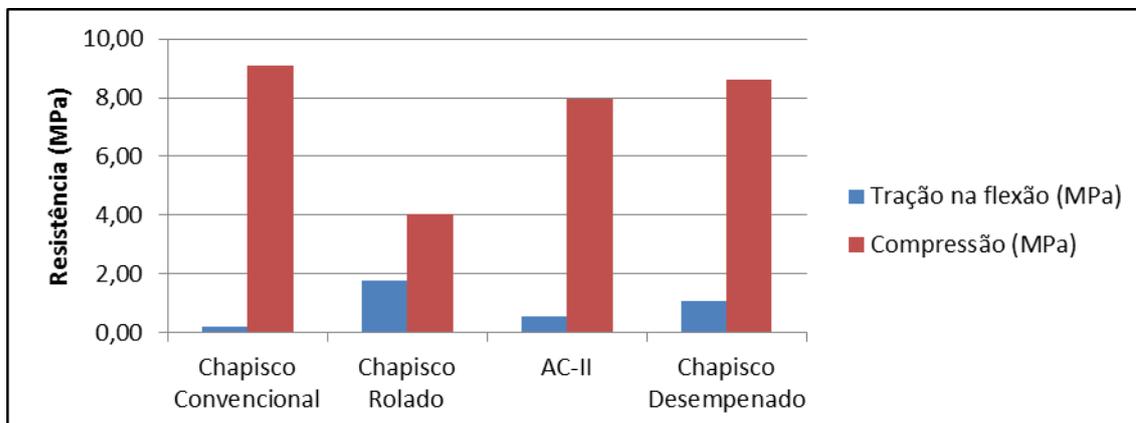


Figura 8: Resultados de resistência à compressão e tração na flexão da argamassa utilizada para o Chapisco

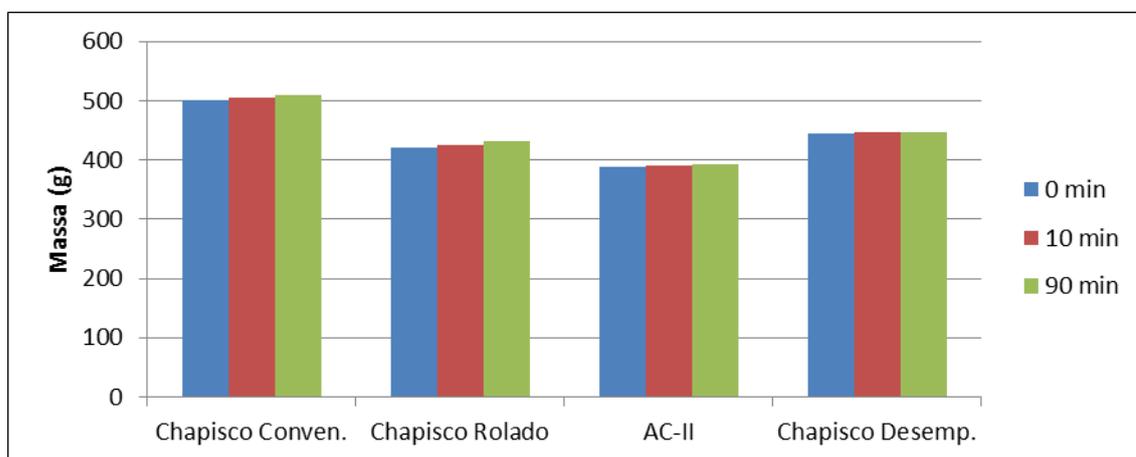


Figura 9: Resultados de absorção do Chapisco

3.5 Argamassa de revestimento

A argamassa de revestimento foi dosada em laboratório na proporção de 1:1:4 (cimento:cal:areia) em volume. Esta argamassa foi aplicada com auxílio de uma caixa de queda após 3 dias de cura do chapisco. Foi utilizada uma caixa de queda com mesma altura e volume de argamassa, visando obter uma energia de aplicação constante. Foram moldados corpos de prova com dimensão de 4x4x16 cm para determinar a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão, de acordo com a NBR 13279/2005, e o coeficiente de capilaridade (de acordo com a NBR 15259/2005), conforme mostra a Figura 10.

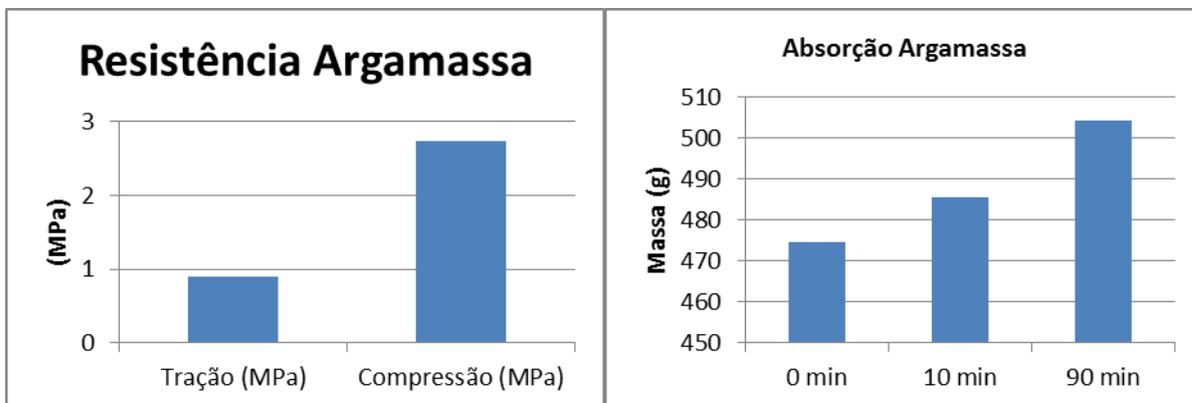


Figura 10: Resultados de resistência à compressão e tração na flexão e de absorção da argamassa de revestimento. Após 28 dias da aplicação do revestimento de argamassa, aplicado em camada única, foi realizado o ensaio de resistência de aderência à tração segundo a NBR 13528/2010. Para cada variável tivemos 12 pontos de arrancamento. Após 28 dias de cura em 21 ± 2 °C os corpos de prova foram furados com a ajuda de uma broca serra copo acoplada a uma furadeira de bancada. Foram coladas as pastilhas com cola epóxi e ensaiadas com um aderímetro automático digital (modelo PosiTest AT-A).

4. RESULTADOS

As possíveis formas de ruptura do revestimento de argamassa com relação ao substrato são ilustradas na Figura 11.

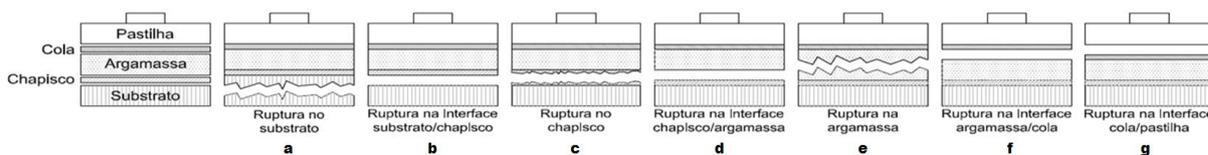


Figura 11: Formas de ruptura (adaptado de NBR 13528/2010)

Os resultados de resistência de aderência à tração são apresentados na Tabela 1, bem como os desvios padrão relacionados com as médias obtidas. Também são apresentados os percentuais relacionados com as formas de rupturas segundo a Figura 11.

Tabela 1: Média das resistências de aderência à tração e formas de ruptura

Chapisco	Tratamento Superficial	Resistência Média (MPa)	Desvio Padrão	Forma de Ruptura						
				a	b	c	d	e	f	g
Convencional	Sem Tratamento	0,28	0,11				9,1%	9,1%	81,8%	
	Lixado	0,34	0,07					8,3%	91,7%	
	Escovado	0,36	0,07			0,4%		32,9%	66,7%	
Rolado	Sem Tratamento	0,17	0,05				90,9%		18,2%	
	Lixado	0,22	0,04				75,0%		25,0%	
	Escovado	0,16	0,03				75,0%		25,0%	
AC-II	Sem Tratamento	0,33	0,08				37,1%	16,3%	46,7%	
	Lixado	0,25	0,04				10,0%	6,7%	83,3%	
	Escovado	0,26	0,10			2,3%	13,6%	11,4%	72,7%	
Desempenado	Sem Tratamento	0,24	0,09				0,0%	0,8%	99,2%	
	Lixado	0,29	0,12				8,3%	8,3%	83,3%	
	Escovado	0,28	0,05				13,6%	13,6%	81,8%	

Os gráficos apresentados nas figuras 12 a 14 apresentam os resultados obtidos para cara tipo de tratamento superficial em função do tipo de chapisco e sua classificação segundo a NBR 13749/2013.

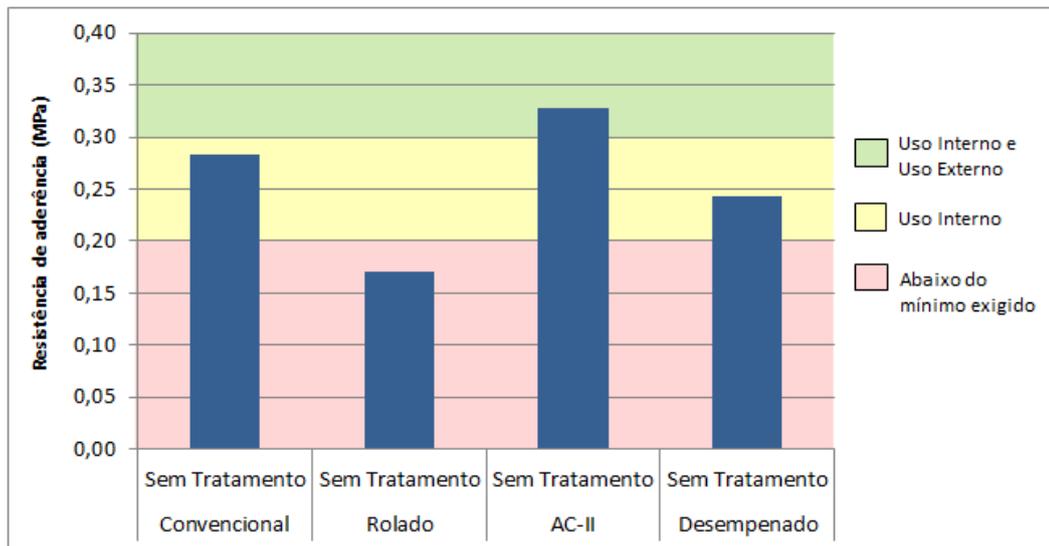


Figura 12: Resistência de aderência à tração para o substrato de concreto sem tratamento superficial em função dos diferentes tipos de chapisco

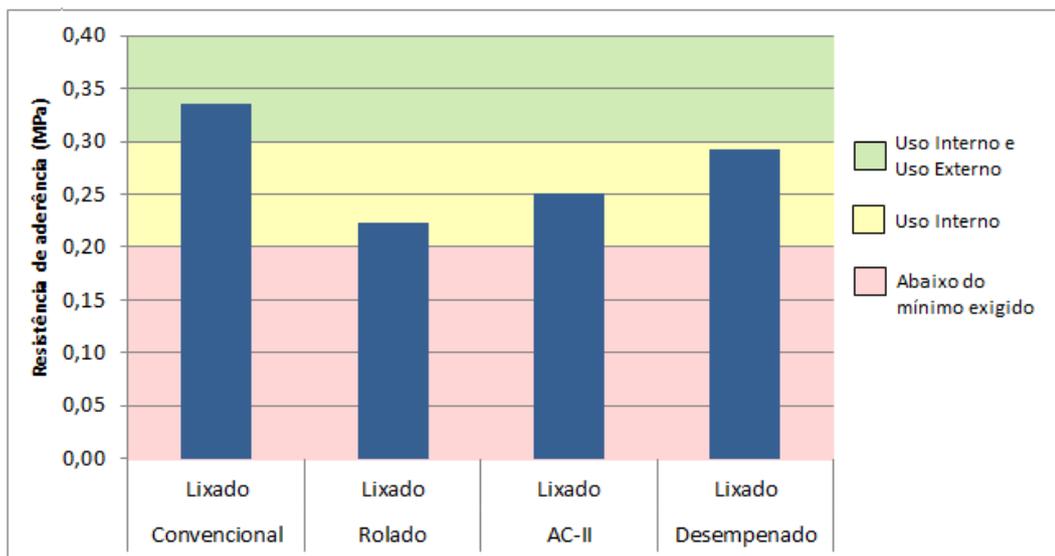


Figura 13: Resistência de aderência à tração para o substrato de concreto lixado em função dos diferentes tipos de chapisco

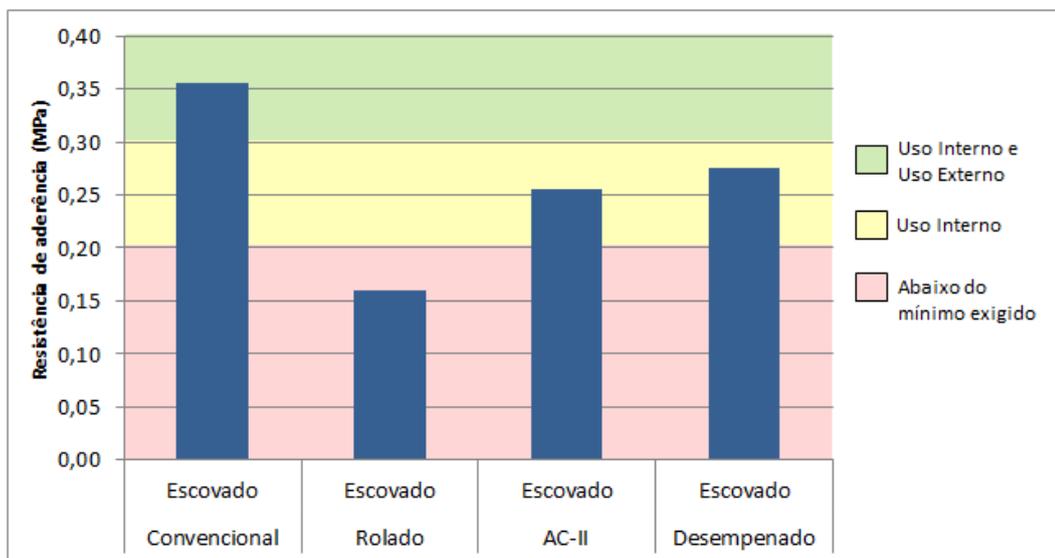


Figura 14: Resistência de aderência à tração para o substrato de concreto escovado em função dos diferentes tipos de chapisco

Os gráficos apresentados nas figuras 15 a 18 apresentam os resultados obtidos para cada tipo de chapisco em função do tipo de tratamento superficial do substrato e sua classificação segundo a NBR 13749/2013.

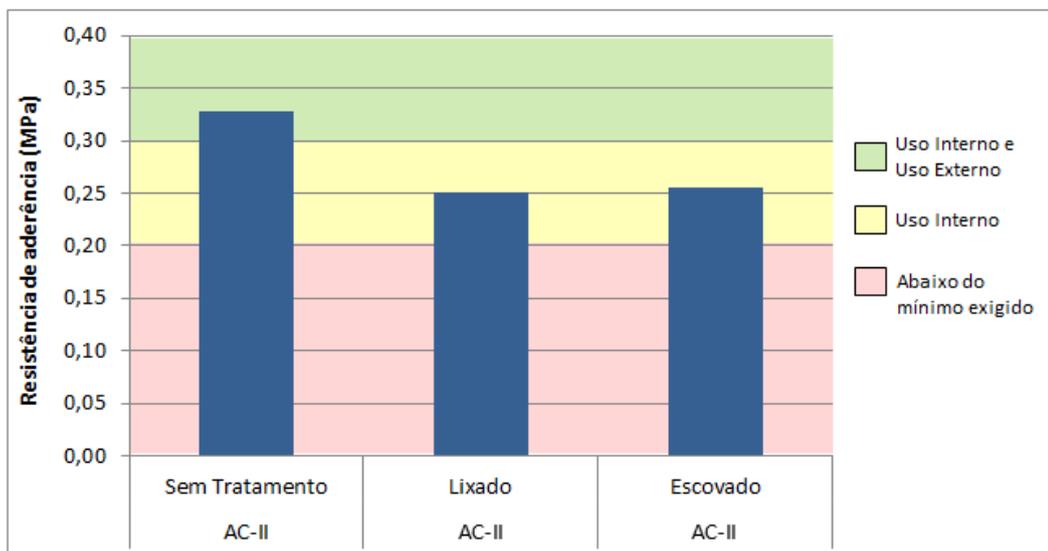


Figura 15: Resistência de aderência à tração para o substrato de concreto com chapisco AC-II em função dos diferentes tratamentos superficiais do substrato

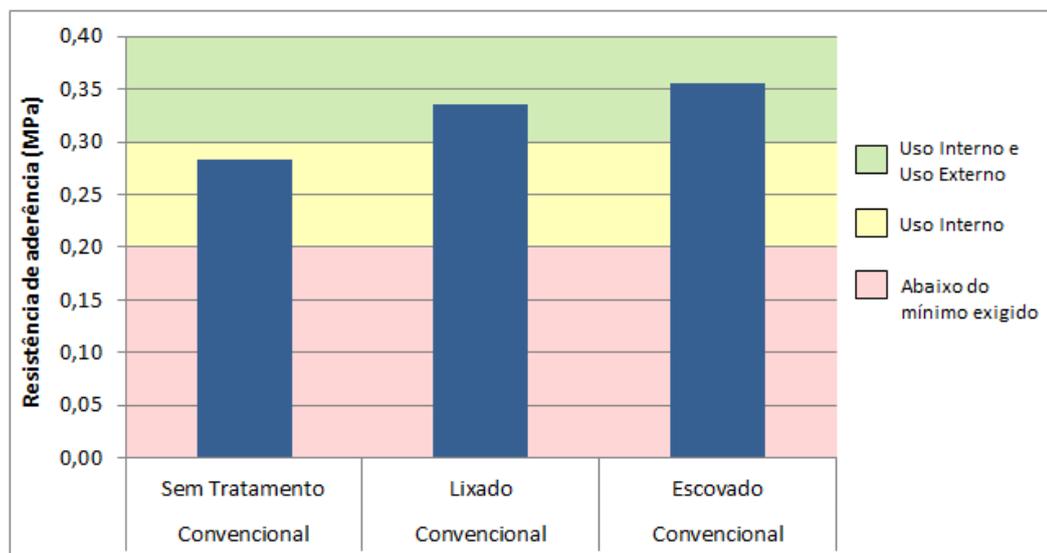


Figura 16: Resistência de aderência à tração para o substrato de concreto com chapisco convencional em função dos diferentes tratamentos superficiais do substrato

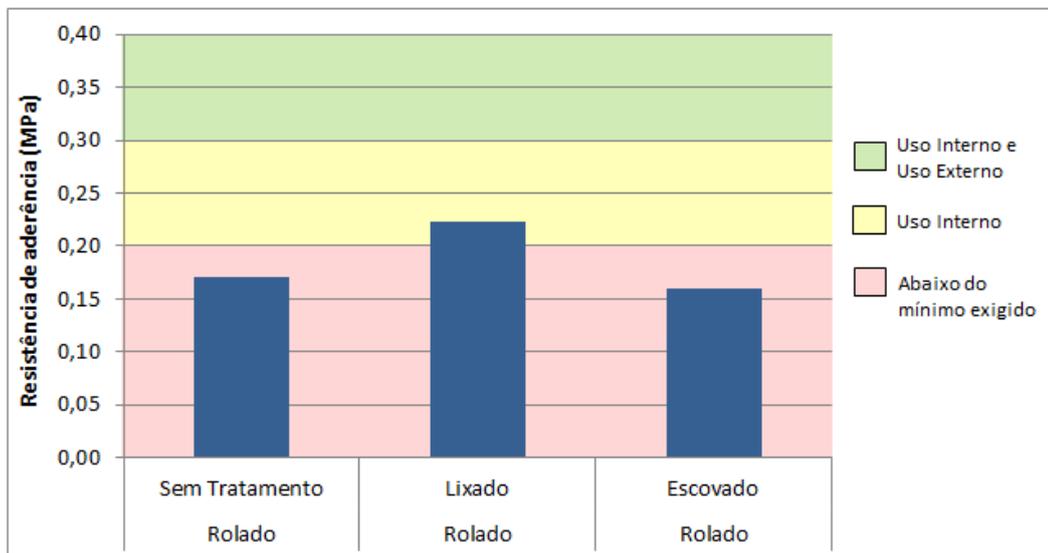


Figura 17: Resistência de aderência à tração para o substrato de concreto com chapisco rolado em função dos diferentes tratamentos superficiais do substrato

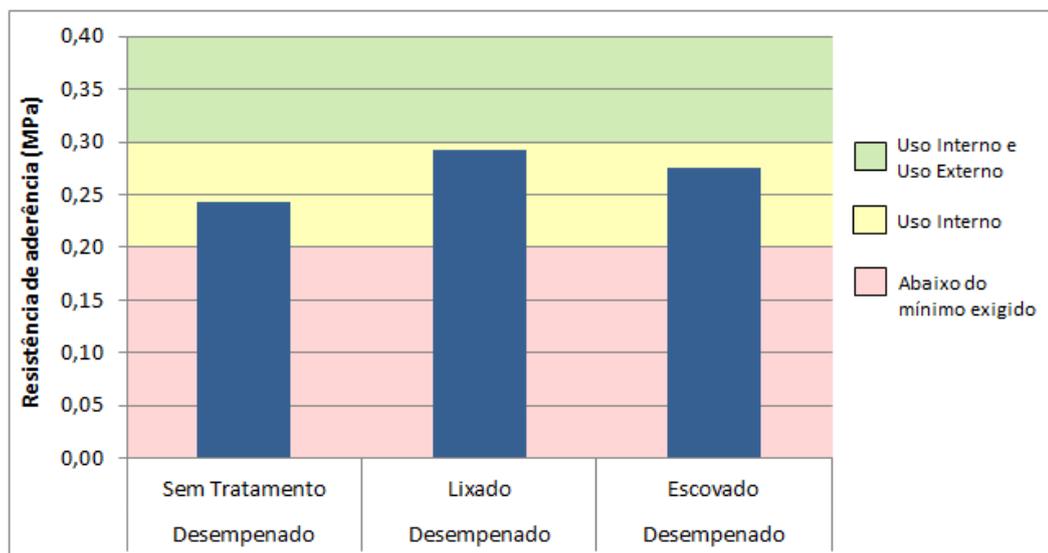


Figura 18: Resistência de aderência à tração para o substrato de concreto com chapisco desempenado em função dos diferentes tratamentos superficiais do substrato

Para a análise dos resultados, foi feita uma análise de variância ANOVA, considerando um nível de significância de 5%, visando observar diferenças significativas obtidas em função das diferentes variáveis de estudo adotadas. Na Tabela 2, é apresentada a tabela ANOVA resultante da comparação considerando todas as variáveis de estudo ao mesmo tempo. Na Tabela 3, são apresentados os resultados da análise ANOVA em relação ao efeito do tratamento superficial para cada um dos chapiscos utilizados.

Tabela 2: Resultado da análise ANOVA em função aos diferentes tratamentos superficiais e ao tipo de chapisco utilizado

	SQ	GDL	MQ	Teste F	Probab.	Sig.
Intercept	10,07662	1	10,07662	1733,567	0,000000	Sim
Chapisco	0,37006	3	0,12335	21,222	0,000000	Sim
Tratamento	0,01034	2	0,00517	0,890	0,413283	Não
Chapisco*Tratamento	0,11321	6	0,01887	3,246	0,005228	Sim
Erro/Resíduos	0,76727	132	0,00581			
TOTAL	11,33750	144,00				

Neste caso, como a interação entre o tipo de chapisco e o tratamento superficial do substrato foi significativa, foi feita uma análise individualizada, relacionando cada tipo de chapisco com o efeito do tratamento superficial.

Tabela 3: Tabelas ANOVA, considerando o efeito do tratamento superficial individualmente para cada tipo de chapisco

Convencional	SQ	GDL	MQ	Teste F	Probab.	Sig.
Intercept	3,800089	1	3,800089	530,5363	0,000000	Sim
Tratamento	0,034512	2	0,017256	2,4091	0,105535	Não
Erro/Resíduos	0,236370	33	0,007163			
TOTAL	4,070971	36,00				
Rolado						
Intercept	1,224949	1	1,224949	716,4132	0,000000	Sim
Tratamento	0,028442	2	0,014221	8,3172	0,001189	Sim
Erro/Resíduos	0,056425	33	0,001710			
TOTAL	1,309815	36,00				
AC-II						
Intercept	2,787842	1	2,787842	464,0929	0,000000	Sim
Tratamento	0,044733	2	0,022367	3,7234	0,034826	Sim
Erro/Resíduos	0,198234	33	0,006007			
TOTAL	3,030809	36,00				
Desempenado						
Intercept	2,633807	1	2,633807	314,6356	0,000000	Sim
Tratamento	0,015859	2	0,007930	0,9473	0,398091	Não
Erro/Resíduos	0,276242	33	0,008371			
TOTAL	2,925909	36,00				

5. CONCLUSÕES

Nos resultados apresentados, verificou-se que as menores resistências de aderência à tração estão relacionadas com o chapisco rolado, e que as rupturas neste caso ocorrem, na sua maioria, na interface chapisco/argamassa. O efeito do tratamento superficial foi significativo, sendo as maiores resistências obtidas para as bases lixadas. Neste sentido, pode-se afirmar que este resultado está relacionado a uma maior extensão de aderência obtida entre o chapisco e a argamassa de revestimento, uma vez que com uma maior rugosidade da base, a aplicação com rolo foi favorecida, aumentando a quantidade de argamassa depositada. Mesmo nestas condições as resistências não atingiram o mínimo exigido para uso em revestimento externo, mostrando a necessidade de maiores estudos quanto à compatibilidade dos materiais utilizados (considerando a utilização de uma argamassa de chapisco de uma indústria consolidada e com capacidade de controle sobre sua produção).

Tanto para o chapisco convencional quanto para o chapisco desempenado o tratamento superficial da base não resultou em efeito significativo sobre os resultados obtidos. Para o chapisco convencional, foram obtidas resistências de aderência médias satisfatórias para utilização em revestimento externo tanto para a base lixada como escovada. Para base sem tratamento superficial, o resultado médio obtido foi inferior ao mínimo exigido para utilização em revestimento externo, mas superior ao mínimo para utilização em revestimentos internos. No entanto, estas diferenças não são significativas, possivelmente em função de uma grande variabilidade relacionada a este ensaio.

Em relação ao chapisco desempenado, em função das médias de resistência de aderência à tração obtidas, este estaria apto a ser utilizado apenas para revestimento interno, apesar de suas especificações também abrangerem revestimentos externos. Além disso, devem ser consideradas novamente questões específicas deste estudo, como condições de laboratório e compatibilização entre os diferentes materiais.

De forma geral, observa-se que apesar de a argamassa colante AC-II não ter sido desenvolvida para este fim, comparativamente com os outros tipos de chapiscos utilizados, foi satisfatório. Neste caso, novamente obteve-se efeito significativo do tratamento superficial do substrato sobre os resultados obtidos. As maiores resistências de aderência estão relacionadas com a base sem tratamento, tendo esta condição atingido a resistência de aderência mínima para uso externo. Este resultado pode estar relacionado com o tipo e material utilizado, uma argamassa colante, onde uma superfície lisa pode ter proporcionado uma melhor adesão entre o chapisco e a base. As demais condições podem ser utilizadas apenas para revestimento interno, segundo os resultados obtidos nesta pesquisa.

De forma geral, pode-se concluir que o bom desempenho de um sistema de revestimento de argamassa não pode ser determinado de maneira simples e genérica. Devendo este sistema ser avaliado para cada condição e materiais utilizados.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

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

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

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

ANTUNES, R. P. N. **Influência da reologia e da energia de impacto na resistência de aderência de revestimentos de argamassa.** 2005. 187 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo.

BAÍA, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa:** primeiros passos da qualidade no canteiro de obras. São Paulo: O Nome da Rosa, 2001. 82 p.

CARASEK, H.; CASCUDO, O. Descolamento de revestimentos de argamassa aplicados sobre estruturas de concreto – Estudo de casos brasileiros. In: Congresso nacional de argamassas da construção, 2., 2007. Lisboa. **Anais...** Lisboa, 2007.

LONGHI, M. A. **Revestimento de Argamassa Industrializada Sobre Substrato de Concreto Estrutural: Análise do Desempenho Quando Submetidos a Envelhecimento Acelerado.** 2012. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MOURA, C. B. **Aderência de Revestimentos Externos de Argamassas em Substratos de Concreto:** influência das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco. 2007. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MÜLLER, A. A. **Avaliação de Aderência dos Diferentes Tipos de Chapisco Sobre Substrato de Concreto.** 2010. 74 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PAES, I. N. L. **Avaliação do transporte de água em revestimentos de argamassa nos momentos iniciais pós-aplicação.** 2004, 265. Tese (doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília.

PRETTO, M. E. J. **Influência da rugosidade gerada pelo tratamento superficial do substrato de concreto na aderência do revestimento em argamassa.** 2007. 180 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RUDUIT, F. R. **Influência da cura de chapiscos na aderência em substratos de concreto.** 2009. 177p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

STOLZ, C. M. **Influência da interação entre os parâmetros reológicos de argamassas e a área potencial de contato de substratos na aderência de argamassas de revestimento.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.