INFLUÊNCIA DA ABSORÇÃO DE ÁGUA INICIAL DE BLOCOS CERÂMICOS NA ANCORAGEM DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

SALLES NETO, Moacyr[1], LELIS, Flávio Roldão de Carvalho[2], MENEZES, Michelly Silva[3], ROCHA, Thaisa Rêis Pires da Silva[4]

[1] Instituto Federal do Tocantins, professor, doutor, e-mail: moacyr@ifto.edu.br
[2] Instituto Federal do Tocantins, professor (Tutor PET-Civil), doutor, e-mail: flavioroldao@ifto.edu.br
[3] Instituto Federal do Tocantins, estudante, CST Constr. de Edif., e-mail: thaisa.rp20@gmail.com
[4] Instituto Federal do Tocantins, estudante, CST Constr. de Edif., e-mail: michelly.sm1@hotmail.com

RESUMO

Na construção de painéis de alvenaria, a adequada ancoragem entre a argamassa de revestimento e o substrato é um fator primordial para garantir o adequado desempenho dos sistemas de fechamento. A interação entre a absorção de água inicial (AAI) e total de substratos cerâmicos, e a retenção de água de argamassas tem grande influência na ancoragem destas últimas. Este trabalho possibilitou a quantificação do comprometimento da resistência de aderência à tração da argamassa ao substrato frente a diferentes condições de absorção de água e preparação da superfície. Foram testadas 4 diferentes marcas de blocos cerâmicos de vedação, os quais dispunham de diferentes teores de água quando da execução do revestimento (blocos secos, blocos superficialmente úmidos e blocos saturados). Foi possível perceber que o desempenho do sistema revestimento/substrato é influenciado, principalmente, pela escolha da técnica de preparação da superfície. Como já apontado em estudos anteriores, os melhores resultados de resistência à tração foram obtidos nos revestimentos executados sobre blocos secos.

Palavras chave: ANCORAGEM; AAI; RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA.

ABSTRACT

In the construction of masonry panels, proper anchoring between the mortar revetment and the substrate is a key factor to ensure the proper performance of panels. The interaction between the total and initial rate absorption (IRA) of bricks, and waterholding of mortars has great influence on the anchoring of them. This paper made it possible to quantify the impairment of mortar´s bonding strength to the substrate due to different conditions of water absorption and surface preparation thereof. Four different manufacturer of bricks, which had different water content when receiving coating (dry, wet and saturated) were tested. The results confirmed a relationship between adherence and preparation of the ceramic substrate. As pointed out in previous studies, bond strength was greater in dry bricks.

Keywords: ANCHOR; IRA; BOND STRENGTH.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Candia (1998) e Scartezini (2002) a resistência de aderência à tração de revestimentos de argamassa é essencialmente mecânica e influenciada pelo processo de execução, pelas características das argamassas, dos substratos e pelas trocas de umidade. Diversos pesquisadores buscaram relacionar os fatores intervenientes do processo de aderência bloco/argamassa, destacando-se os trabalhos de Carasek (1996), a qual relacionou e quantificou os fatores intervenientes do processo de ancoragem e Leal (2003), que estudou dentre outros, a contribuição da correta preparação do substrato no desempenho final da resistência de aderência de argamassas de revestimento.

De forma geral, a resistência de aderência das argamassas de revestimento é influenciada pela absorção de água inicial (AAI) do substrato, bem como pela capacidade de retenção de água da argamassa empregada. Estudos já desenvolvidos na caracterização de materiais cerâmicos do Tocantins identificaram uma elevada absorção de água inicial em blocos cerâmicos comercializados na região de Palmas (SALLES NETO, 2010; SALLES NETO, LELIS e HOJUARA, 2004; SALLES NETO, HOJUARA e LELIS, 2003). Este fato, aliado à adoção de traços inadequados de argamassas, com retenções de água inferiores a 80%, bem como de técnicas construtivas questionáveis tem aumentado, sobremaneira, a incidência de manifestações patológicas em painéis de alvenaria.

Este trabalho aborda, de modo experimental, o comprometimento da resistência de aderência à tração do revestimento de argamassa executado sobre blocos cerâmicos comercializadas na cidade de Palmas - TO, os quais dispunham de diferentes faixas de absorção de água inicial e total, bem como diferentes teores de umidade do substrato, quanto do revestimento.

2. MECANISMO DE ADERÊNCIA ARGAMASSA/SUBSTRATO

2.1 Adesão inicial

A adesão inicial é a propriedade da argamassa que lhe permite permanecer aderida ao substrato momentaneamente após a aplicação, não significando a completa adesão do sistema em longo prazo; podendo, também, ser resultante das forças de dispersão entre a argamassa fresca e o substrato (SANTOS, 2003).

A ocorrência de falhas nessa propriedade pode levar a desplacamentos e/ou escorrimentos da argamassa recém-lançada (primeiros minutos). A forma como ocorre essa adesão inicial depende tanto das características de trabalhabilidade da argamassa, quanto das características de porosidade ou rugosidade da base ou de tratamento prévio que aumente a superfície de contato entre os materiais (CINCOTTO et. al, 1995). Esta propriedade determina o desempenho do conjunto base-revestimento. A adesão inicial, também denominada de "pegajosidade", está diretamente ligada às características reológicas da pasta aglomerante,

sendo a responsabilidade pela adesão física ao substrato e aos grãos do agregado atribuída à baixa tensão superficial da pasta (CARASEK, 1996). A fim de melhorar a adesão adota-se um valor reduzido de tensão superficial da pasta aglomerante, favorecendo, portanto a molhagem da base e reduzindo o ângulo de contato entre as superfícies. Para modificar essa tensão superficial pode-se alterar a composição da argamassa, adicionando cal, assim como aditivos incorporadores de ar e retentores de água.

2.2 Aderência mecânica

De acordo com os autores Kampf, Valdehita Rosello, Chase e Addleson – citados por Carasek, Cascudo & Scartezini (2001) – a aderência da argamassa ao substrato é um fenômeno essencialmente mecânico devido, basicamente, à penetração da pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros ou entre as rugosidades da base de aplicação, e à precipitação dos produtos de hidratação do(s) aglomerante(s) exercendo ação de ancoragem da argamassa à base após a cura. Uma vez que a argamassa molha a base através da pasta, parte da água de amassamento contendo os aglomerantes em dissolução é succionada pelos poros da base. No interior destes, ocorre à precipitação e hidratação dos silicatos e hidróxidos, seu consequente endurecimento progressivo e a ancoragem da argamassa à base (SELMO, 1989). A extensão de aderência também é um fator muito importante e que deve ser considerado. Essa extensão é a medida que corresponde à razão entre a área de contato efetivo e a área total possível de ser unida entre a argamassa e uma base porosa. E é inversamente proporcional à ocorrência de falhas de contato na interface argamassa substrato. Assim quanto menor a extensão maior é a ocorrência de falhas. A Figura 1 ilustra uma falha de aderência entre blocos cerâmicos e a argamassa de assentamento na obra de um edifício educacional em Palmas – TO.



Figura 1: Falha de aderência entre bloco e argamassa (SALLES NETO, 2012).

2.3 Capilaridade do substrato e porosidade

Haynes apud Carasek (1996) estabelece que as três propriedades estruturais indispensáveis que definem os materiais porosos são porosidade, distribuição do tamanho dos poros e superfície ou área específica. A primeira propriedade é a relação entre o volume de vazios e o volume total do material, a segunda geralmente é determinada por porosimetria com intrusão de mercúrio e a terceira é a superfície contida em unidade de massa do volume do sólido, considerada de menor relevância para o estudo do mecanismo de aderência.

2.4 Capacidade de sucção de água

A água responsável pela aderência imediata do sistema bloco/argamassa é transportada para o interior dos poros através da sucção capilar. Quando da análise da capacidade de aderência, observa-se que a velocidade de sucção é mais relevante que a absorção total, sendo a avaliação da sucção dos blocos normalmente determinada pelo IRA (Initial Rate Absorption), também conhecido como AAI (Absorção de Água Inicial), que consiste em determinar a quantidade de água absorvida por uma face do bloco após a mesma ter ficado em contato com uma lâmina de água pelo período de um minuto.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.1 Aspectos gerais

Foi inicialmente realizado um levantamento das marcas e famílias de blocos cerâmicos comercializados na região de Palmas – TO, determinando-se como objeto de estudo, a família que possuía o maior número de marcas disponíveis no mercado local. Desta forma trabalhou-se com a família 9x19x24cm a qual era fabricada por quatro marcas distintas.

O traço adotado para a confecção da argamassa no estudo experimental foi o mesmo traço utilizado por LEAL (2003), 1: 1: 6 (cimento: cal hidratada: areia) em volume. Não foi empregado o chapisco no revestimento, a fim de reduzir o número de variáveis que poderiam interferir nos resultados.

No revestimento dos blocos foi empregada a espessura de 3 cm, correspondente ao limite definido pela NBR 13749 (ABNT, 1996) para revestimentos externos e já empregada por SALLES NETO (2010). Buscando-se padronizar a energia de aplicação, foi fixada a altura de lançamento da argamassa em 1,20 m. A cura úmida do revestimento foi conduzida por 7 dias, permanecendo os corpos-de-prova, a partir de então, dentro do laboratório até completarem 28 dias de idade, quanto então foram conduzidos os ensaios para determinação da resistência de aderência à tração do sistema.

Os blocos de cada fabricante foram separados em três grupos, os quais, quando da execução do revestimento, apresentavam diferentes teores de umidade, sendo revestidos blocos secos em estufa, com a superfície umedecida por pincel e blocos e saturados.

3.2 Caracterização dos materiais

Os blocos cerâmicos empregados foram caracterizados para determinação de suas principais características geométricas e físicas, conforme relacionado na Figura 2.

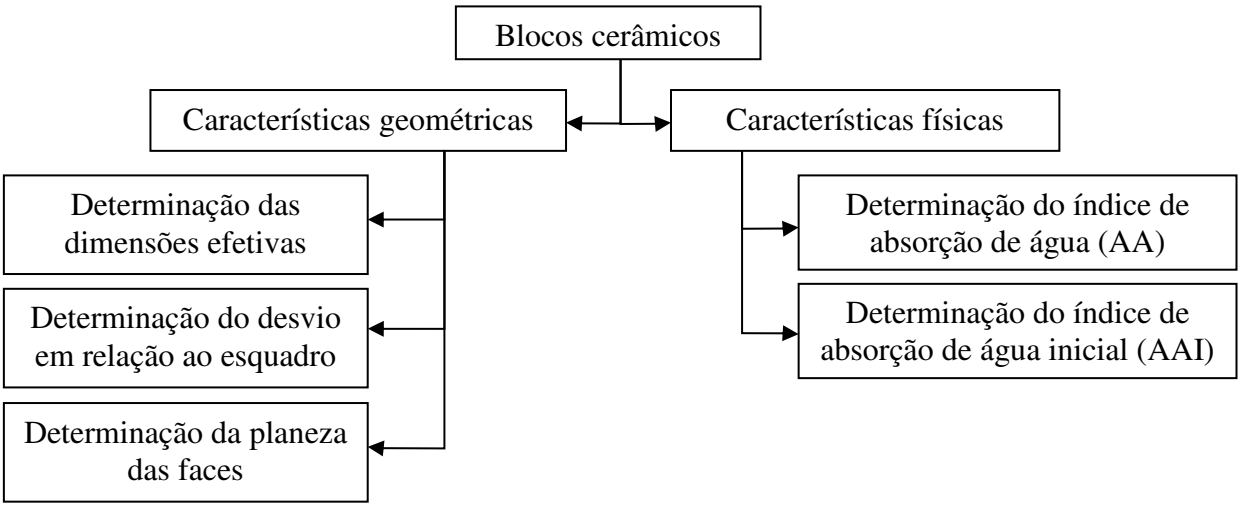

Figura 2: Ensaios de caracterização dos blocos cerâmicos.

Como agregado, foi empregado na composição da argamassa uma areia natural, provenientes do Rio Tocantins, sendo adquirida no comércio local da cidade de Palmas – TO. A Figura 3 relaciona os ensaios conduzidos para caracterização do agregado e, a Figura 4, os ensaios de caracterização da argamassa empregada.

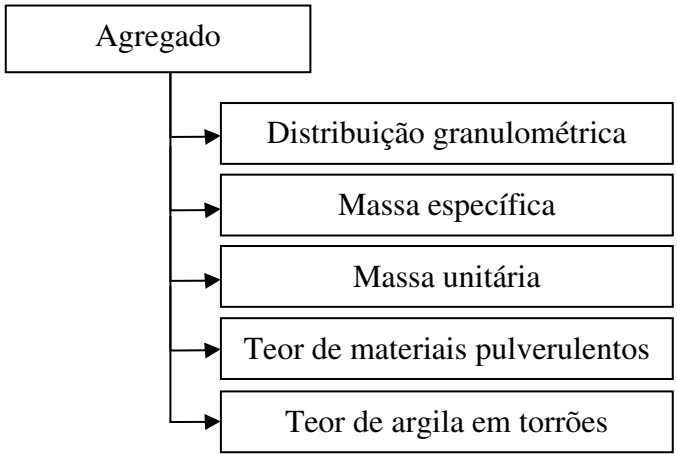

Figura 3: Ensaios de caracterização do agregado.

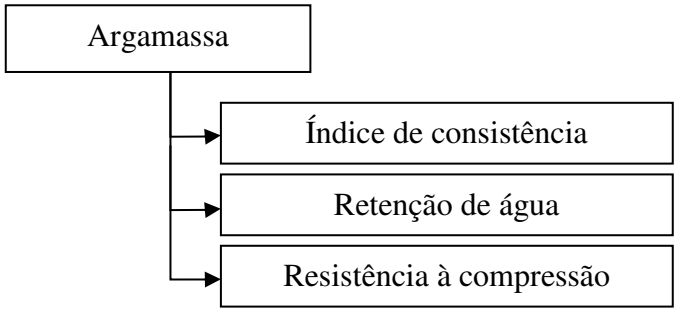

Figura 4: Ensaios de caracterização da argamassa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi inicialmente conduzida a caracterização geométrica dos blocos ensaiados, ilustrada a seguir. Na Figura 5 é relacionada a verificação das dimensões efetivas, na Figura 6 a verificação do desvio em relação ao esquadro e, na Figura 7, a verificação da planeza das faces. Como já observado em estudos anteriores (Salles Neto e Almeida, 2013), nenhuma das marcas teve sua família completamente aprovada.

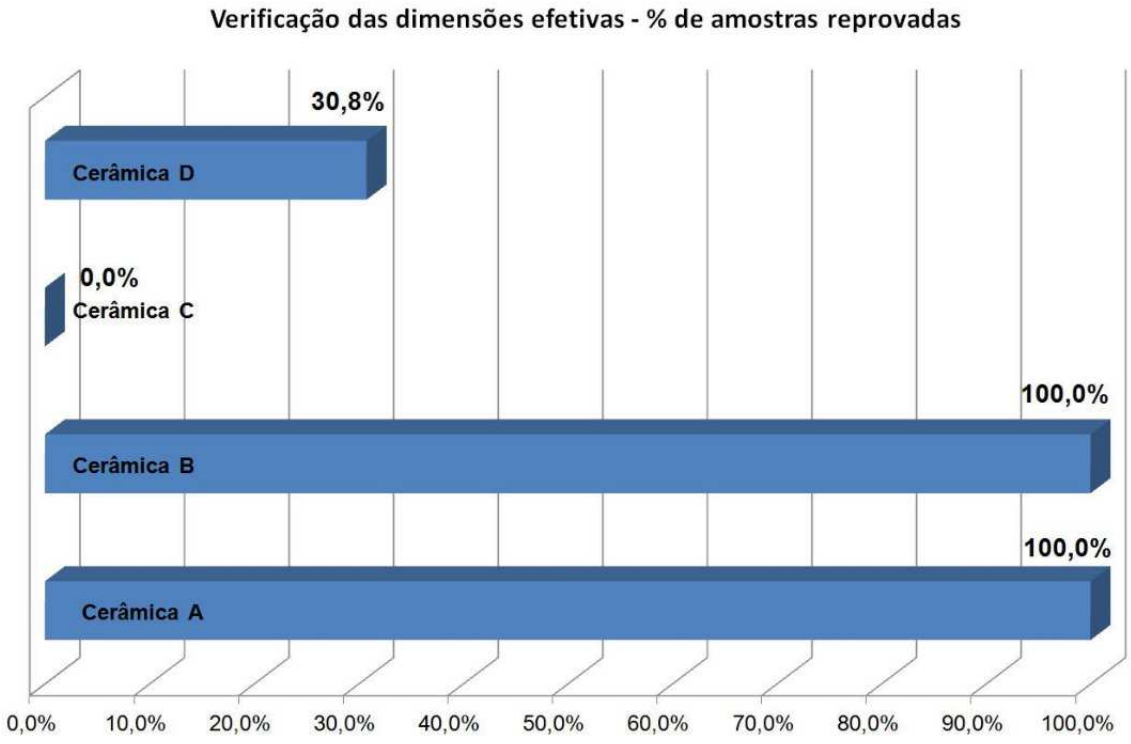

Figura 5: Verificação das dimensões efetivas dos blocos cerâmicos empregados.

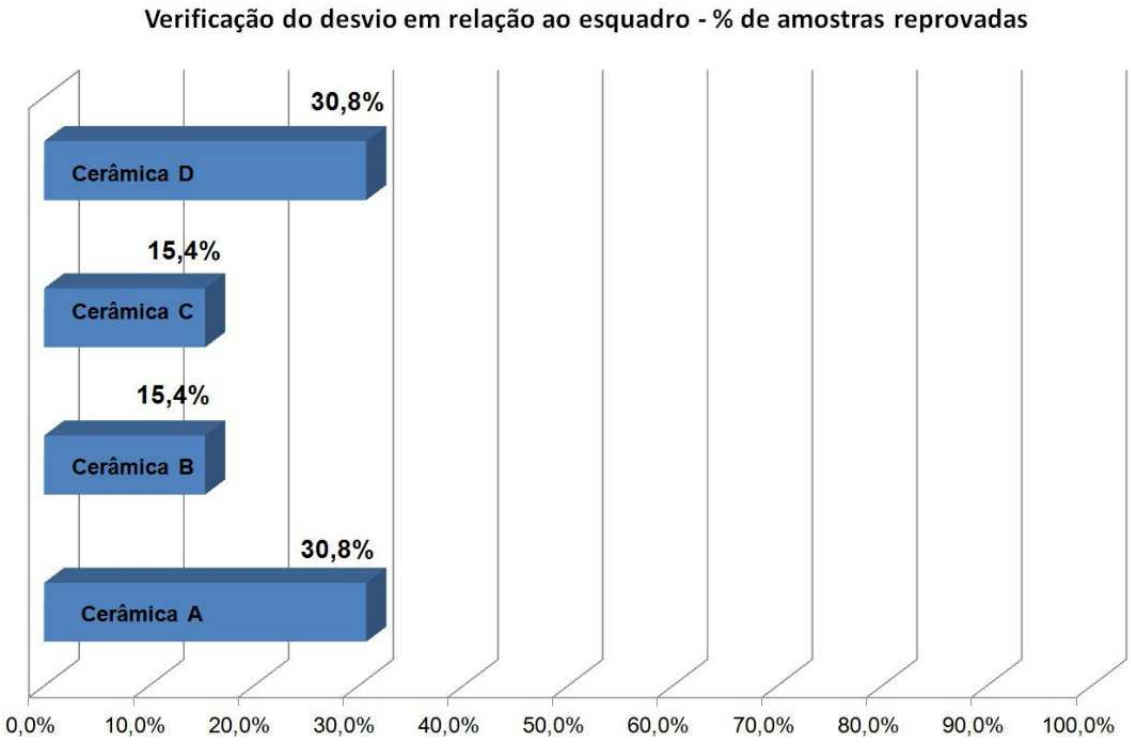

Figura 6: Verificação do desvio em relação ao esquadro dos blocos cerâmicos empregados.

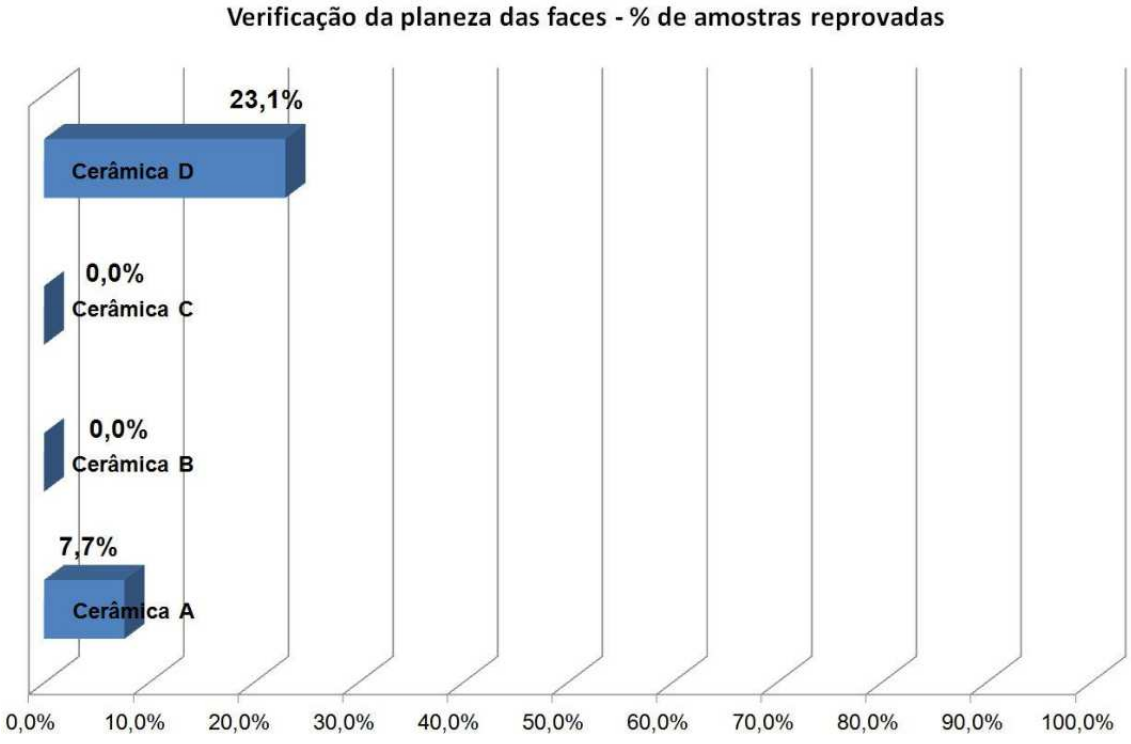

Figura 7: Verificação da planeza das faces dos blocos cerâmicos empregados.

A Figura 8 ilustra as características físicas determinadas. Observou-se, um elevado índice de absorção de água e uma considerável absortividade, embora os valores mensurados de AAI não sejam suficientes para demandarem umedecimento prévio dos substratos para aplicação da argamassa, conforme indicado pela NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

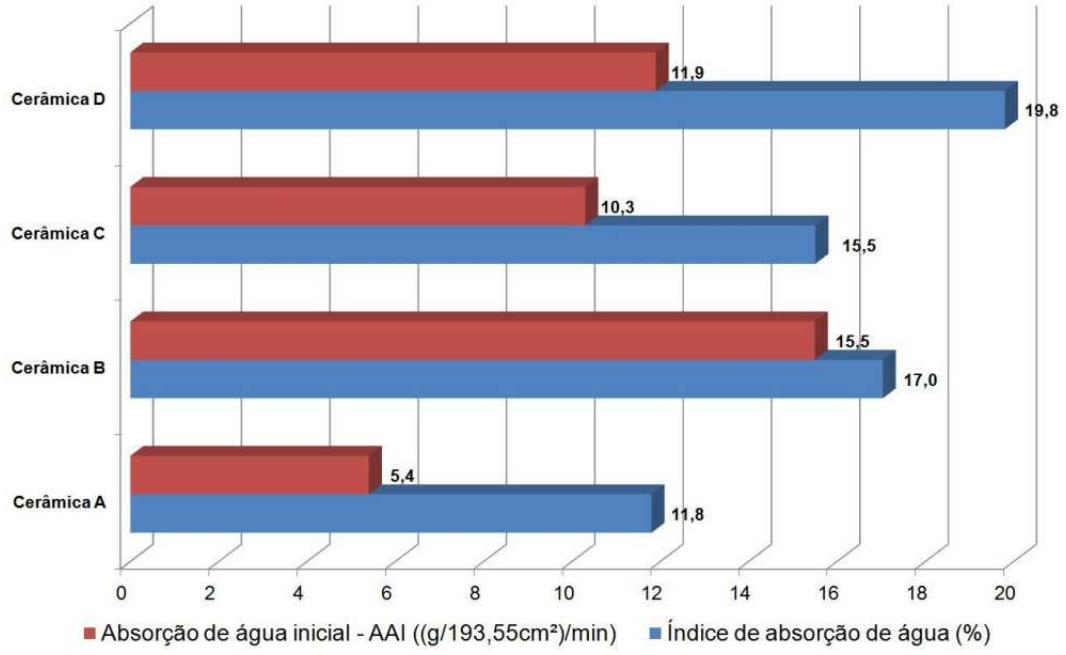

Figura 8: Determinação das características de absorção de água dos blocos cerâmicos empregados.

A Figura 9 ilustra a composição granulométrica do agregado empregado. A Tabela 1 apresenta os demais ensaios de caracterização realizados. As referências encontram-se de acordo com as prescrições da NBR 7211 (2005).

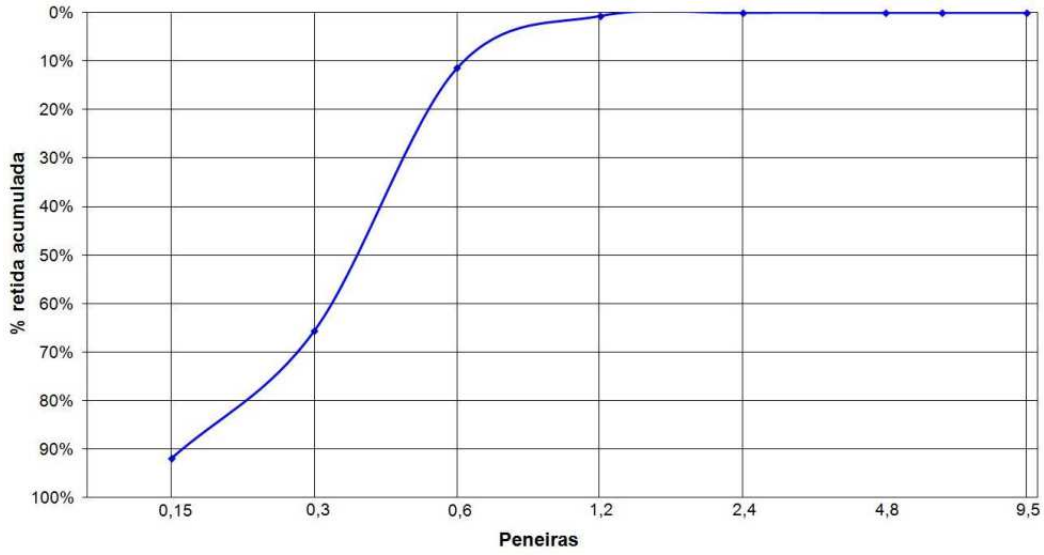

Figura 9 – Granulometria do agregado empregado na confecção da argamassa

Tabela 1 – Caracterização do agregado empregado

Característica determinada	Método de ensaio	Referência de norma	Resultado obtido
Módulo de finura	NBR NM 248 (2003)	-	1,70
Massa unitária	NBR NM 45 (2006)	-	1,47 kg/m³
Massa específica	NBR NM 52 (2002)	-	2,65 kg/m³
Torrões de argila e materiais friáveis	NBR 7218 (2010)	< 3 %	0,32 %
Teor de material pulverulento	NBR NM 46 (2003)	< 3 %[1] <5 %[2]	1,08 %

[1] concreto submetido a desgaste superficial
[2] concreto protegido do desgaste superficial

Na Tabela 2 encontram-se relacionados os resultados dos ensaios de caracterização da argamassa produzida. Salienta-se, uma vez mais, que o traço em volume empregado foi de 1:1:6 (cimento : cal hidratada : areia).

Tabela 2 – Caracterização da argamassa produzida

Característica determinada	Método de ensaio	Resultado obtido
Índice de consistência	NBR 13276 (2005)	280 mm
Retenção de água	NBR 13277 (1995)	91 %
Fator água/argamassa fresca	NBR 13277 (1995)	0,17
Resistência à compressão	NBR 13279 (2005)	1,7 MPa

A Figura 10 ilustra o ensaio de resistência de aderência à tração executado no revestimento e, a Figura 11, a relação entre a resistência de aderência à tração (valores médios e desvios-padrão) e o teor de umidade do substrato cerâmico quando da execução do revestimento, para a idade de 28 dias, nesta foram desconsiderados os pontos de desprendimento. Foi possível constatar que quanto maior o teor de umidade do substrato, quando da aplicação da argamassa, menor a resistência de aderência à tração do revestimento. O umedecimento da superfície com auxílio de um pincel acarretou em uma redução média de 24% da resistência de aderência à tração. Já a saturação do substrato provocou uma redução de 94% em relação à média da resistência de aderência à tração da superfície seca.



Figura 10 – Ensaio de determinação da resistência de aderência à tração do revestimento

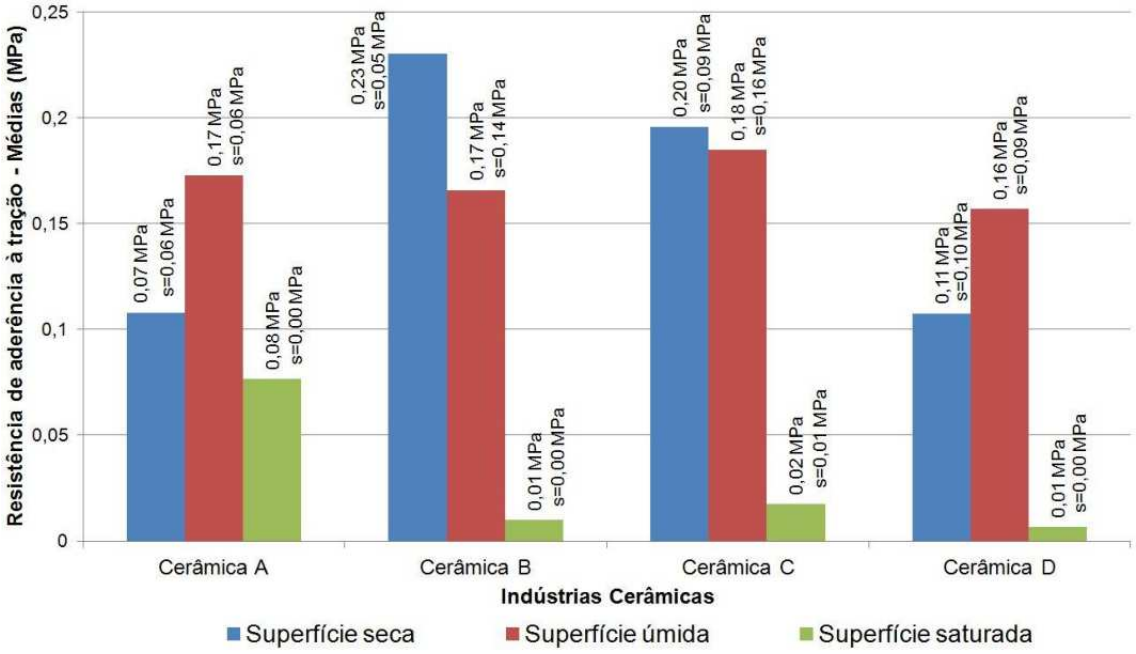

Figura 11 – Resistência de aderência à tração x teor de umidade empregado na superfície dos blocos

Durante a condução dos ensaios foi também observada uma relação direta entre o teor de umidade do substrato e o índice de desprendimento revestimento/substrato, quando da execução dos furos de prospecção. Este comportamento encontra-se ilustrado na Figura 12.

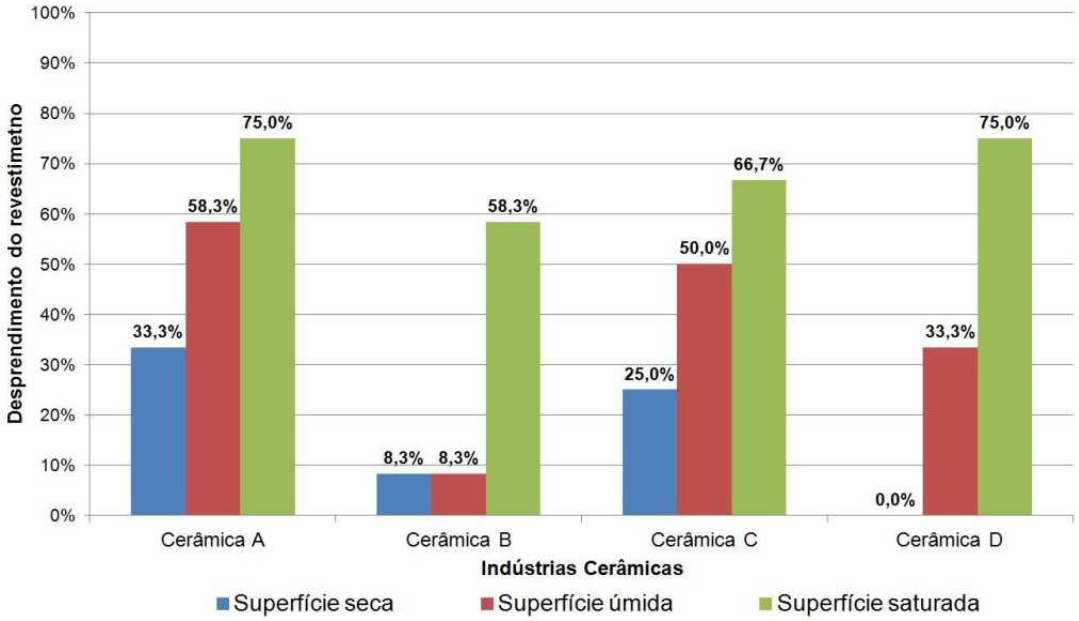

Figura 12 – Desprendimento do revestimento x teor de umidade empregado na superfície dos blocos

Apesar do relativamente reduzido número de amostras (26 corpos-de-prova de cada indústria cerâmica), pôde-se observar uma tendência de comportamento entre a resistência de aderência à tração do revestimento e o índice de absorção dos blocos cerâmicos, com o crescimento desta à medida que aumenta o índice de absorção, até o máximo de 17%, decrescendo a partir de então, somente na superfície seca do substrato. Nas superfícies úmida e saturada do substrato este comportamento deixou de ser observado, como ilustra a Figura 13.

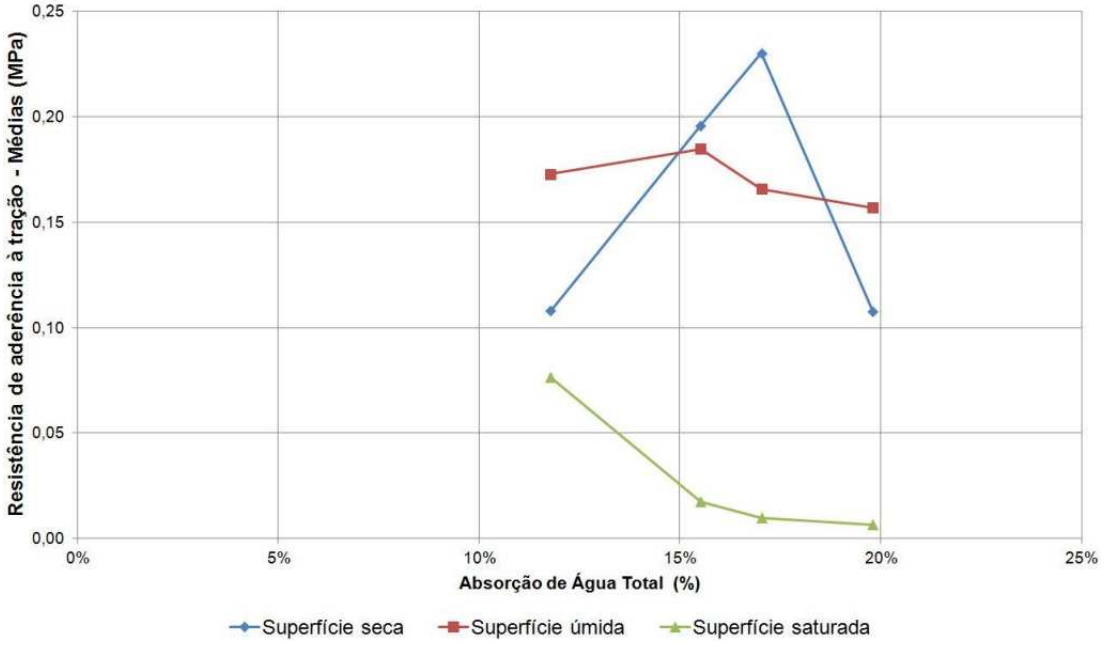

Figura 13 – Resistência de aderência à tração x índice de absorção de água

A Figura 14 ilustra o comportamento entre a resistência de aderência à tração do revestimento e a absorção de água inicial do substrato cerâmico. Não foi constatada tendência de comportamento entre as propriedades, independentemente da técnica de preparação da superfície.

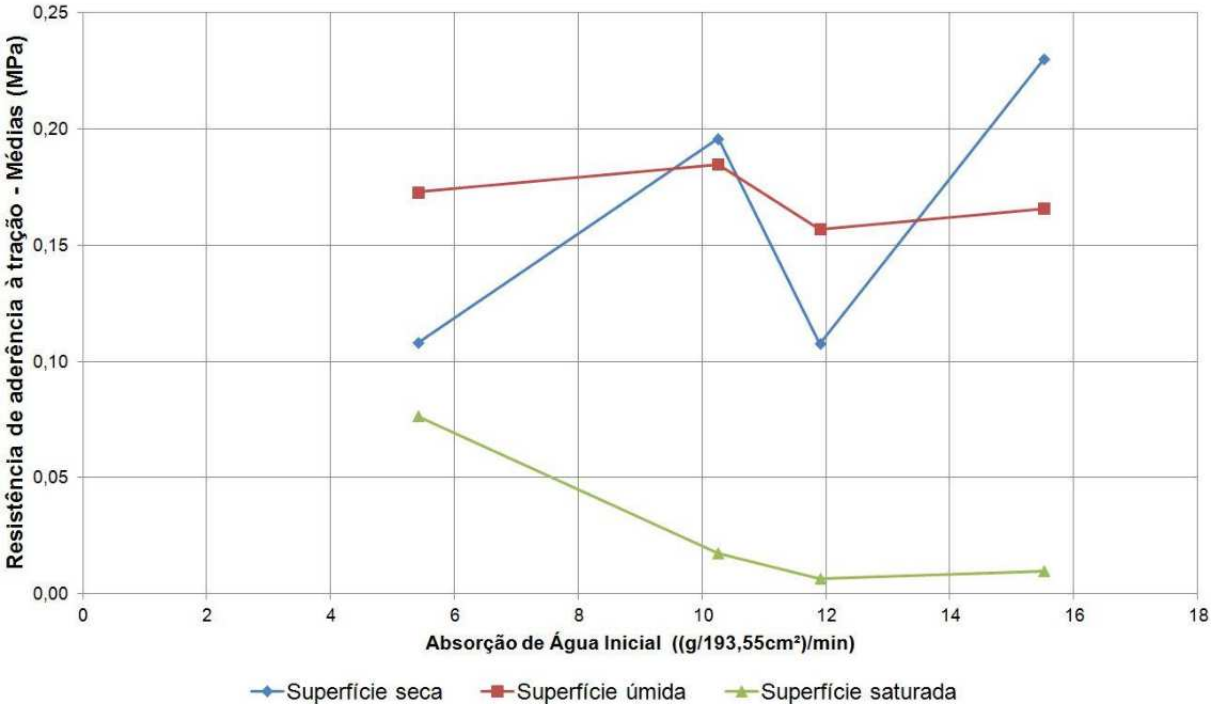

Figura 14 – Resistência de aderência à tração x absorção de água inicial (AAI)

5. CONCLUSÕES

A falta de compreensão do mecanismo de aderência, aliada à formação técnica por vezes deficiente de colaboradores, engenheiros e arquitetos, os quais têm trabalhado com prazos cada vez mais exíguos, frente à elevada demanda do mercado, acarreta no número cada vez maior de manifestações patológicas decorrentes do desprendimento de revestimentos de argamassa, o que pode ser constatado pela simples observação das edificações existentes na região de Palmas.

Apesar do trabalho em questão não apresentar, para todas as séries, os maiores resultados de resistência de aderência à tração para a superfície seca, como apontam os estudos de CARASEK (1996), pode-se afirmar que a superfície seca apresentou, dentre todas as técnicas de preparação de superfície, o melhor desempenho, quando associada a resistência de aderência à tração e o índice de desprendimento do revestimento, constatando-se uma redução do desempenho com o aumento do teor de umidade do substrato. A saturação do substrato comprometeu substancialmente o desempenho do sistema de revestimento, por vezes desprendendo-o sem que houvesse o incremento de carga.

Os resultados obtidos conduziram à indicação de uma relação direta, para a superfície seca, entre a resistência de aderência à tração do revestimento e o índice de absorção de água, até o máximo de 17%. Já a absorção de água inicial do substrato não apresentou tendência de comportamento.

Merece especial atenção a qualidade dos blocos cerâmicos comercializados na região de Palmas. Quando da caracterização dos mesmos, observou-se a necessidade premente de qualificação das indústrias cerâmicas que abastecem a região, uma vez que nenhuma das marcas teve sua família completamente aprovada, conforme a NBR 15270-1 (2005)

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7218**: Agregados — Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis. Rio de Janeiro, 2010.

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. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13277**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – determinação da retenção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos - Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-3**: Componentes cerâmicos Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45**: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 46**: Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52**: Agregado miúdo – Determinação de massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

CANDIA, M. C. **Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desempenho dos revestimentos de argamassa.** Tese (Doutorado em Engenharia), 1998. Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 262 f.

CARASEK, Helena. **Aderência de argamassa à base de cimento Portland a substratos porosos – Avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação.** Tese (Doutorado em Engenharia), 1996. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Universidade de São Paulo, São Paulo.

CINCOTTO, M. A.; SILVA, M. A. C.; CARASEK, H. **Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio**. In: Boletim Técnico 68 IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Publicação IPT 2378), 1995. São Paulo 118 p.

CARASEK, H.; CASCUDO, O.; SCARTEZINI, L.M.B. **Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa.** In: 4°SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2001, Brasília. p.43 – 67.

HAYNES, J.M. **Determination of pore properties of constructional and other materials.** Materiaux et Constructions, v.6, n.33, p.169-174, 1973.

LEAL, Franz Eduardo Castelo Branco. **Estudo do desempenho do chapisco como procedimento de preparação de base em sistemas de revestimento**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil), 2003. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, Brasília. 101 p.

SALLES NETO, Moacyr. **Estudo do mecanismo de formação de florescências em revestimentos de argamassa aplicados a substrato cerâmico e o efeito de barreira**. Tese (Doutorado), 2010. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, Brasília. 237 p.

SALLES NETO, M.; LELIS, F. R. C.; HOJUARA, J. R. **Desempenho de elementos cerâmicos da região de Palmas.** In: IV Jornada de Iniciação Científica do CEULP/ULBRA, 2004, Palmas. IV Jornada de Iniciação Científica do CEULP/ULBRA, 2004. p. 110-112.

SALLES NETO, M.; LELIS, F. R. C.; HOJUARA, J. R. **Capacidade portante de prismas cerâmicos da região de Palmas**. In: III Congresso Científico do Centro Universitário Luterano de Palmas, III Jornada de Iniciação Científica e Exposição dos grupos de pesquisa, 2003, Palmas. Mercado e Cidadania, 2003. p. 97-99.

SALLES NETO, Moacyr; ALMEIDA, Suélem Caroline Ferreira de. **Arranjo produtivo da indústria cerâmica vermelha no estado do Tocantins: certificação como estratégia para comercialização de produtos e redução de resíduos gerados – Estudo de caso**. In: 4ª Jornada de Iniciação Científica e Extensão do Instituto Federal do Tocantins, 2013, Paraíso do Tocantins.

SANTOS, C. C. N. **Critérios de projetabilidade para as argamassas industrializadas de revestimento utilizando bomba de argamassa com eixo helicoidal**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil), 2003. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, Brasília. 135 f.

SCARTEZINI, L. M. B. **Influência do tipo e preparo do substrato na aderência dos revestimentos de argamassa: estudo da evolução ao longo do tempo, influência da cura e avaliação da perda de água da argamassa fresca**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), 2002. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 262 f.

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