

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DE ARGAMASSAS COLANTES INDUSTRIALIZADAS COM DIFERENTES TIPOS DE CIMENTOS NA COMPOSIÇÃO

(1) Cassio Vanderlind, (2) Jaison Araújo Speck

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1) cassio.vanderlind@outlook.com; (2) jaison@colatech.com.br

RESUMO

A argamassa colante industrializada é um produto no estado seco, composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos. No Brasil, começou a ser produzida no início da década de 90, e atualmente é o material mais utilizado na construção civil para assentamento de revestimentos cerâmicos sobre elementos horizontais (lajes) ou verticais (paredes), independentemente da classe de absorção e tipo de acabamento da cerâmica. Diante dessa corroboração, a avaliação de custos de serviços relacionados às argamassas, bem como o conhecimento dos seus componentes e a influência nas características finais, pode resultar em vantagens econômicas e agilidade para os empreendimentos. O presente trabalho tem por objetivo analisar o desempenho da resistência de aderência à tração de argamassas colantes industrializadas dos tipos AC-I, AC-II e AC-III, fabricadas por uma empresa da região sul de Santa Catarina, utilizando os cimentos CP II-F 32, CPIV 32 e CPV-ARI nas suas composições. Esta análise auxilia na tomada de decisões, visto que em determinadas épocas do ano pode haver escassez do tipo de cimento utilizado na produção das argamassas, sendo necessária a substituição do mesmo. As formulações e aditivos das argamassas utilizadas foram pré-definidas pela empresa, havendo variação apenas o tipo de cimento, objetivando avaliar somente a influência do mesmo na resistência de aderência das argamassas colantes. As mesmas foram ensaiadas conforme norma NBR 14.081-4/2012, sendo possível afirmar que para as argamassas AC-I, AC-II e AC-III, as formulações utilizando os três tipos de cimento atendem às especificações de resistência à tração estipuladas pela NBR 14.081-1/2012.

Palavras-Chave: argamassa colante, resistência à tração, cimento.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, em função de prazos cada vez mais reduzidos e escassez de profissionais capacitados, executar empreendimentos com maior agilidade sem que haja perda de qualidade no resultado final é um dos grandes desafios encontrados na construção civil brasileira. É função do engenheiro fazer a avaliação dos

procedimentos e produtos disponíveis no mercado para otimizar a relação entre prazo, qualidade e custo final. As argamassas colantes industrializadas são os materiais mais utilizados na construção civil para o assentamento de revestimentos cerâmicos, proporcionando vantagens em relação à preparada em obra, como homogeneidade no traço, controle tecnológico, maior rendimento, agilidade, pois dispensa mistura com outros insumos e redução significativa do desperdício de material.

A NBR 14081-1 (ABNT 2012) define argamassa colante como produto industrial, no estado seco, composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, que, quando misturado com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento. A mesma classifica as argamassas em quatro tipos (I, II, III e III-e), em função do local de aplicação e conforme características de aderência à tração, tempo em aberto e deslizamento.

A principal propriedade das argamassas colantes no estado endurecido é a resistência de aderência à tração, definida pela ABNT NBR 13.528/2010 como a tensão máxima suportada por uma área limitada de revestimento (corpo de prova), na interface de avaliação, quando submetido a um esforço normal de tração.

Maciel, Barros e Sabbatini (1998) descrevem aderência como a propriedade do revestimento de manter-se fixo ao substrato, através da resistência às tensões normais e tangenciais que surgem na interface base-revestimento. Esta propriedade que manterá os revestimentos cerâmicos aderidos nos local a eles designados, permitindo com isso o ganho de durabilidade para o local assentado.

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, pois depende de uma série de fatores relacionados às características dos materiais envolvidos, tanto da argamassa como do substrato, das técnicas de execução e das condições de exposição do revestimento ao ambiente (PALMER apud ANTUNES, 2005).

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (2016) é necessário estudar a dosagem ideal dos componentes das argamassas e concretos a partir do tipo de cimento escolhido ou disponível na praça, de forma a estabelecer uma

composição que dê o melhor resultado ao menor custo. A tabela da Figura 1 descreve a influência dos tipos de cimento nas propriedades das argamassas e concretos, fator importante para a interpretação dos resultados.

Figura 1 – Influência dos tipos de cimento nas argamassas e concretos

Propriedade	Tipo de cimento portland						
	Comum e Composto	Alto-Forno	Pozolânico	Alta Resistência Inicial	Resistente aos Sulfatos	Branco Estrutural	Baixo Calor de Hidratação
Resistência à compressão	Padrão	Menor nos primeiros dias e maior no final da cura	Menor nos primeiros dias e maior no final da cura	Muito maior nos primeiros dias	Padrão	Padrão	Menor nos primeiros dias e padrão no final da cura
Calor gerado na reação do cimento com a água	Padrão	Menor	Menor	Maior	Padrão	Maior	Menor
Impermeabilidade	Padrão	Maior	Maior	Padrão	Padrão	Padrão	Padrão
Resistência aos agentes agressivos (água do mar e de esgotos)	Padrão	Maior	Maior	Menor	Maior	Menor	Maior
Durabilidade	Padrão	Maior	Maior	Padrão	Maior	Padrão	Maior

Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002.

O fornecimento do cimento é sazonal, ou seja, dependendo da época do ano se tem maior oferta de determinados tipos, podendo haver escassez de outros. Por este motivo, é importante conhecer as alternativas do mercado para a substituição da matéria prima quando necessário, sem perder as características e qualidade do produto final, não comprometendo suas aplicações. Diante desta constatação, o objetivo desta pesquisa é analisar o desempenho da resistência de aderência à tração de argamassas colantes industrializadas tipo AC-I, AC-II e AC-III com diferentes tipos de cimento no seu traço. As composições das argamassas estudadas foram definidas pela empresa parceira da pesquisa, bem como as quantidades e tipos de aditivos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Argamassa Colante

Foram utilizadas formulações padrões de argamassas colantes industrializadas dos tipos AC-I, AC-II e AC-III, fabricadas por uma empresa da região sul de Santa Catarina, utilizando os cimentos CP II-F 32, CP IV 32 e CPV-ARI. As formulações são compostas de cimento Portland, areias com granulometria controlada, aditivo polimérico e aditivo celulósico.

2.2 Substrato Padrão

Foram utilizados nove substratos padrão da Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, em conformidade a NBR 14081-2/2012, que define uma espessura mínima de 20 mm e dimensões mínimas de 250 mm x 500 mm, de modo que as placas cerâmicas de cada série completa de ensaio caibam em um mesmo substrato.

2.3 Placa Cerâmica

Para o ensaio de resistência de aderência à tração foram utilizadas placas cerâmicas de revestimento com absorção de água de $4 \pm 1\%$. Estas foram cortadas em seção quadrada com 50 ± 1 mm de aresta e não apresentavam quebras, imperfeições, engobe ou resíduos de qualquer espécie no tardo, conforme especificado na NBR 14081-4/2012.

2.4 Dinamômetro Digital

Aparelho para o ensaio de arrancamento por tração que permite uma velocidade de carregamento uniforme de (250 ± 50) N/s. O aparelho portátil para ensaio de arrancamento, demonstrado na Figura 2, é de acionamento manual e determina as

propriedades adesivas da argamassa colante. Com capacidade de 5 kN, dispõe de indicador digital com as unidades selecionáveis em N, kgf, e lb.

Figura 2: Dinamômetro Digital



Fonte: Do autor (2017).

2.5 Pastilha metálica

Peças metálicas não deformáveis sob carga de ensaio, de seção quadrada, com aproximadamente 50 mm de aresta, com dispositivo no centro de uma das faces para acoplamento da máquina de tração.

2.6 Massa-padrão

Massa-padrão de material sólido e rígido de $(2,00 \pm 0,01)$ kg e com seção de apoio de formato quadrado, de aproximadamente 50 mm de lado.

3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.1 Preparo das argamassas

A ABNT NBR 14081-2/2012 é a norma que especifica o procedimento adotado, para aplicação da argamassa sobre o substrato padrão. A mistura dos componentes foi realizada na empresa produtora de argamassa, e os ensaios foram realizados no Iparque - Parque Científico e Tecnológico da UNESC.

3.2 Assentamento das Placas

As placas cerâmicas com dimensões de 5 cm x 5 cm foram assentadas em placas padrão conforme determinação da norma técnica NBR 14081-4/2012, que determina que sejam posicionadas dez placas cerâmicas limpas e secas sobre a argamassa estendida em cordões de modo que fique uma distância de 5 cm entre elas e de 2,5 cm entre as arestas das placas e a borda mais próxima do substrato padrão, conforme Figura 3. Cada placa foi carregada e centralizada com peso padrão de 2 kg durante 30s.

Figura 3: Corpos de prova assentados em substrato padrão



Fonte: Do autor (2017).

3.3 Condições de Cura

Durante 28 dias após o assentamento das placas, os substratos ficaram em cura em laboratório, com temperatura média de 25°.

3.4 Ensaio de Resistência de Aderência à Tração

O ensaio de determinação da resistência de aderência à tração foi realizado 10 vezes para cada formulação, conforme especificado na NBR 14081-4/2012. A preparação para o ensaio de aderência é realizada com a colagem das pastilhas de arrancamento de mesma dimensão sobre as placas cerâmicas, com antecedência de cerca de 72 horas antes da realização do ensaio, para garantir total aderência entre o conjunto, mesmo utilizando cola instantânea. Para a execução deste ensaio foi utilizado o equipamento dinamômetro digital. Os resultados foram anotados em uma planilha previamente elaborada. A tensão de ruptura f_t é obtida mediante a expressão:

$$f_t = \frac{T}{A}$$

onde:

f_t é a tensão de aderência em N/mm²;

T é a força de tração máxima em N;

A é a área de ruptura da placa cerâmica, em mm².

3.5 Tipos de Rupturas

Durante o ensaio também foi avaliado o tipo de ruptura, que é classificada de acordo com a norma técnica NBR 14081-4/2012 como:

Figura 4: Tipos de ruptura durante ensaio de arrancamento

Sigla	Tipo de Ruptura
S	Ruptura no Substrato
S/A	Ruptura na interface argamassa e substrato
A	Ruptura na camada de argamassa colante
A/P	Ruptura na interface argamassa e placa cerâmica
F	Falha na colagem da peça metálica

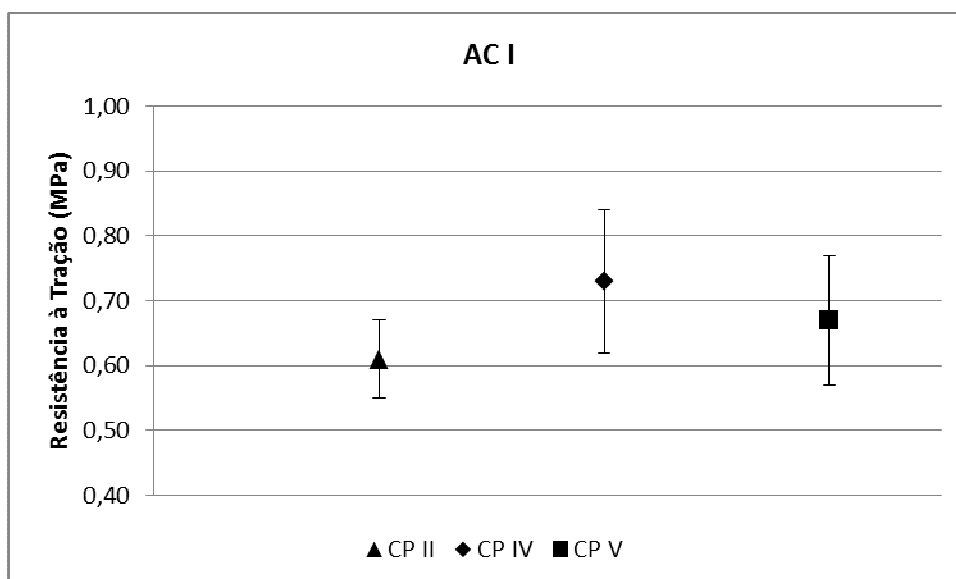
Fonte: NBR 14081-4 (2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resultados de Aderência à Tração – AC-I

Os resultados dos ensaios de aderência à tração da argamassa tipo AC-I, que realiza ancoragem mecânica, estão indicados no gráfico da Figura 5. A ancoragem mecânica (física) ocorre devido a um encunhamento mecânico ligado à penetração e endurecimento da fase líquida da pasta aglomerante nos poros dos materiais da base ou do revestimento (COSTA E SILVA apud SPECK, 2005).

Figura 5 - Resultados de Aderência à Tração – AC-I



Fonte: Do autor (2017).

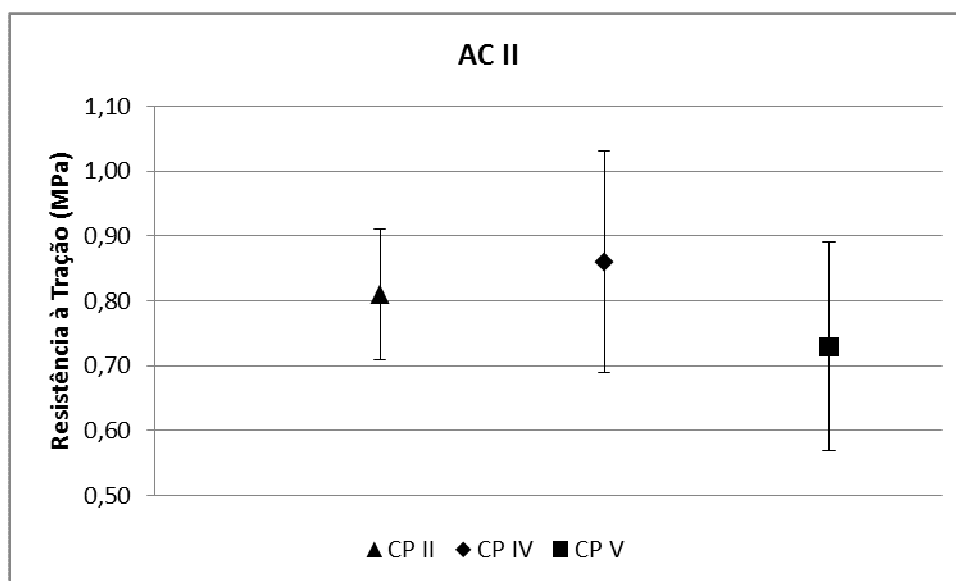
Verifica-se que os resultados de resistência à tração obtidos para a argamassa AC-I são muito próximos. A formulação com o cimento CP IV apresentou melhor resistência à tração, sendo cerca de 9,0% maior se comparada com a formulação utilizando CP V, e 20,0% superior se comparada ao cimento CP II. A maior resistência do cimento CP IV pode ser explicada em função de o mesmo conter cinzas e aditivo celulósico, melhorando sua propriedade de retenção de água e, conseqüentemente, prolongando a nucleação do cimento. Após os 28 dias, esta característica proporciona melhor resistência de aderência à tração. Para as formulações de AC-I, constatou-se que todas as formulações apresentaram

resultados acima do estipulado pela NBR 14081-1/2012 (0,5 mPa) para esta tipologia de argamassa.

4.2 Resultados de Aderência à Tração – AC-II

Os resultados dos ensaios de aderência à tração da argamassa tipo AC-II estão indicados no gráfico da Figura 06. As argamassas tipo AC-II e AC-III, realizam a ancoragem química, por conter o aditivo polimérico, sendo indicadas para cerâmicas e substratos lisos e polidos e/ou que não absorvem água. Esta argamassa possui aditivos químicos e retentores de umidade que possibilitam a colagem química. É uma argamassa colante especial para porcelanato, tipo polimérica, ligação química primárias, do tipo iônicas e covalentes (CINCOTTO apud SPECK, 2005).

Figura 6 - Resultados de Aderência à Tração – AC-II



Fonte: Do autor (2017).

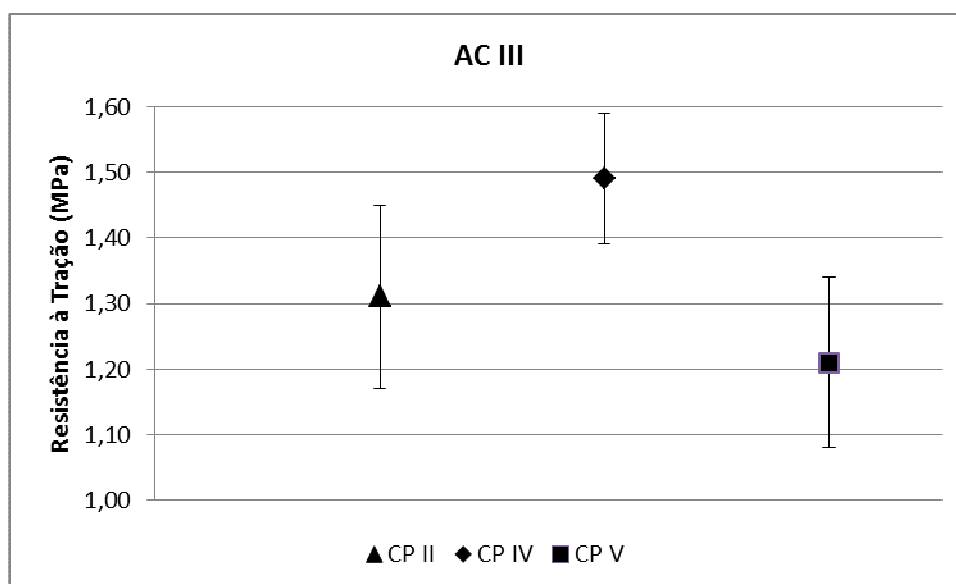
Os resultados de aderência à tração das argamassas AC-II, verifica-se que a formulação com cimento CP IV apresentou a maior resistência, sendo 6% superior à com o CP II, e 17,9% superior à com o CP V. A menor resistência apresentada pela formulação utilizando CP V é provavelmente resultado do seu alto calor de hidratação, que faz com que a argamassa perca calor rapidamente em um curto espaço de tempo, podendo gerar fissuras no material e, conseqüentemente, o

tornando mais frágil à tração após os 28 dias. Assim como nos resultados da argamassa ACI, todas as formulações apresentaram resultados acima do estipulado pela NBR 14081-1/2012 (0,5 mPa) para esta tipologia de argamassa.

4.3 Resultados de Aderência à Tração – AC-III

Os resultados dos ensaios de aderência à tração da argamassa tipo AC-III estão indicados no gráfico da Figura 7.

Figura 7 - Resultados de Aderência à Tração – AC-III.



Fonte: Do autor (2017).

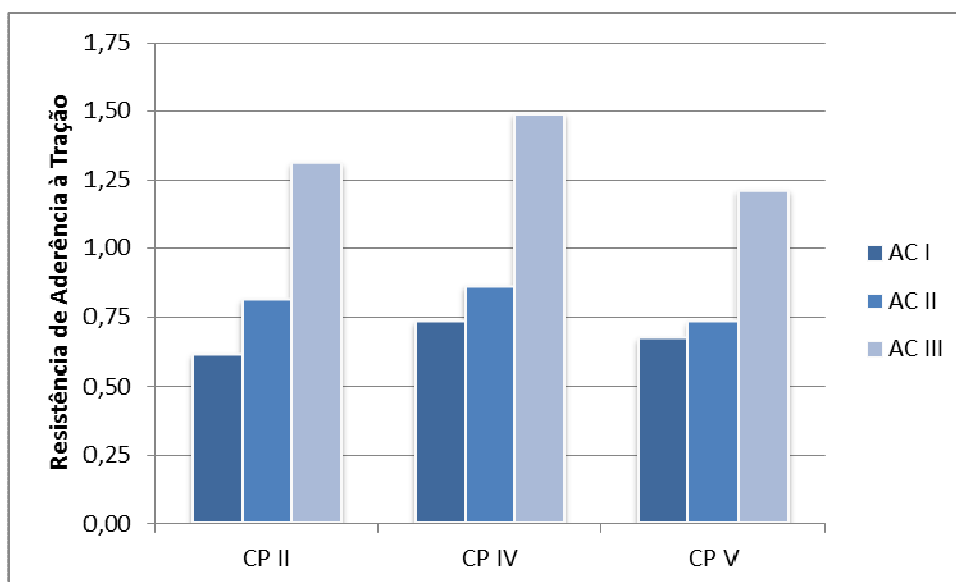
Os resultados para os resultados de aderência à tração das argamassas AC-III seguem a mesma tendência da AC-II. Assim como nas outras argamassas testadas, a formulação com o CP IV atingiu maiores resultados, sendo 13,7% maior que a com CP II e cerca de 23,1% maior que a com CP V. A maior resistência à tração da formulação com CP IV em relação ao CP II em ambos os casos, se dá provavelmente em função de o cimento CP II apresentar maior calor de hidratação que o CP IV, resultando em menor tempo para nucleação do cimento e, conseqüentemente, menor resistência à tração. Dos três tipos de cimento utilizados, o cimento CP V é o que apresenta maior calor de hidratação, o que explica a menor

resistência de aderência à tração. Constatou-se que as três formulações atendem as exigências da NBR 14081-1/2012 (1,0 mPa) para esta tipologia de argamassa.

4.4 Comparativo dos Resultados de Aderência

O gráfico da Figura 8 demonstra o comparativo entre as nove formulações testadas. Verifica-se que as formulações contendo o cimento CP IV apresentam valores maiores de resistência de aderência à tração para as três tipologias de argamassa colante, em função das suas características.

Figura 8 – Comparativo dos Resultados de Aderência



Fonte: Do autor (2017).

Também se observa um comportamento linear de aumento de resistência à tração da argamassa tipo AC-I até à AC-III, que apresenta maiores valores, resultado das maiores quantidades de aditivos poliméricos.

4.4 Tipos de Rupturas

A ruptura para as argamassas tipo AC-I e AC-II, para os três tipos de cimento, ocorreu predominantemente na camada de argamassa (camada A), representando cerca de 90% dos casos. Esta característica indica que houve boa aderência no

emboço, bem como na própria peça, apresentando resistências maiores para a argamassa AC-II, que realiza a ancoragem química.

Para as formulações de argamassa AC-III, podemos perceber que a ruptura oscilou entre substrato/argamassa (S/A) e argamassa (A), chegando a 50% de cada em alguns ensaios. Nesta tipologia, foi possível perceber que a ancoragem na peça foi significativamente maior se comparado à argamassa AC-I e AC-II, devido à maior quantidade de aditivos poliméricos contidos na AC-III, intensificando o efeito da ancoragem química.

5 CONCLUSÕES

A utilização das argamassas colantes industrializadas na construção civil é consolidada pela busca pela agilidade na execução, redução de custos e desperdícios, qualidade da construção civil e, principalmente, confiabilidade no produto. É de extrema importância conhecer o tipo de argamassa e escolher adequadamente qual tipo empregar em cada situação. O uso incorreto destes materiais podem ocasionar prejuízos técnicos, estéticos, econômicos e risco de acidentes.

Os fabricantes, independentemente da área de atuação, devem estar cientes das opções de matérias-primas disponíveis no mercado que podem ser utilizadas, sem que haja perda de qualidade do produto final.

Através do estudo realizado, constatou-se que o tipo de cimento influencia na resistência de aderência à tração das argamassas colantes. Entretanto, todas as formulações ensaiadas apresentaram resistência superior ao requerido por norma.

Desta forma, o estudo atingiu o objetivo proposto, permitindo que o fabricante tenha opções diferentes de cimento, mantendo a resistência de aderência mínima requerida por norma. Também possibilita que o fabricante verifique os custos das matérias primas e, possivelmente reduza custos de produção.

6 REFERÊNCIAS

ANTUNES, R. P. N. **Influência da Reologia e da Energia de Impacto na Resistência de Aderência de Revestimentos de Argamassa**. Tese de Doutorado em Engenharia apresentado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Especificações**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14082: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica – Execução do substrato-padrão e a aplicação de argamassa para ensaios**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14084: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Determinação da resistência de aderência à tração**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Execução de revestimento de parede e tetos de argamassas inorgânicas - NBR 7200**. Rio de Janeiro, 1998.

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

DOS SANTOS, Heraldo. **Ensaio de Aderência das Argamassas de Revestimento**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.

LUNARDI, Samira; PELISSER, Fernando. **Estudo da resistência de aderência de argamassa colante exposta a ciclos higrotérmicos**. Trabalho de Conclusão de

Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

MACIEL, Luciana Leone. BARROS, Mércia M. S. Bottura. SABBATINI, Fernando Henrique. **Recomendações para Execução de Revestimentos de Argamassa para paredes de vedação internas e externa e tetos.** São Paulo, 1998.

MODESTO O. Cláudio. **Materiais Cerâmicos.** Colégio Maximiliano Gaidzinski, Cocal do Sul, 1999.

SPECK, Jaison Araújo. **Análise do Desempenho de Resistência de Aderência à Tração das Argamassas Colantes em Placas de Revestimentos Cerâmicos de Monoporosa e Porcellanato.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2005.

VIEIRA, Juciane; PELISSER, Fernando. **Estudo da Eficiência de Composições de Argamassas Adesivas.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2013.