



**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA NA ADERÊNCIA DE
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM SUBSTRATOS COM A
UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSA IMPERMEABILIZANTE**

FLORIANÓPOLIS
2018



LAÍS BITTENCOURT FORTE

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA NA ADERÊNCIA DE
REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM SUBSTRATOS COM A
UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSA IMPERMEABILIZANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós Graduação em Patologia das Obras Cíveis, Pós-Graduação *lato sensu*, do Instituto IDD como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialista em Patologia nas Obras Cíveis.

Orientador: Prof. Joelcio Luiz Stocco, M.Sc.

FLORIANÓPOLIS
2018

AGRADECIMENTOS

Sinto-me eternamente grata às pessoas especiais presentes na minha vida que me motivaram iniciar esta Pós-graduação de Patologia nas Obras Civas, e o principal, me motivaram a seguir em frente e não desistir, em virtude desse curso ser iniciado ainda durante a minha Graduação de Arquitetura e Urbanismo. Não foi um período fácil e essas pessoas foram fundamentais. Então, é com muita felicidade que as agradeço.

Aos meus pais e irmãos, Jussára, Luiz, Leonardo e Fabio, sem palavras para descrever todo o apoio e amor incondicional;

Ao meu namorado, Fábio, que desde o princípio foi a minha dose diária de força, determinação e coragem. Muito obrigada por todo o amor e paciência e por estar sempre ao meu lado;

Ao meu professor, orientador e amigo, Stocco, agradeço imensamente o incentivo, os ensinamentos, as oportunidades dadas e também os “puxões de orelha” quando necessários;

Ao meu primo, Daniel, que, como um irmão, mostrou-se solícito a ajudar e compartilhar suas vivências da profissão de Engenheiro Civil em todos os momentos que necessitei.

Sinto-me abençoada também por conhecer pessoas que tornaram possível a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso. É com muita alegria que as agradeço.

Ao meu colega de profissão, Hudson, que me ajudou, sem medir esforços, em toda a execução das paredes testes. Obrigada pela parceria.

Ao coordenador do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Sul de Santa Catarina, Maurício, por todo o suporte dado ao projeto de pesquisa;

Aos profissionais do Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Luiz Henrique e Renato, que doaram o

seu tempo para conversas e auxílios na execução dos ensaios, assim como também disponibilizaram materiais para a realização deste trabalho.

Aos meus professores do curso, obrigada por compartilharam os seus conhecimentos e suas experiências. Sem dúvida foram dois anos de muito aprendizado.

Por último, mas não menos importante, a Deus, por me guiar sempre para os melhores caminhos.

Sem vocês nada disso seria possível. Muito obrigada!

FOLHA DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA NA ADERÊNCIA DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM SUBSTRATOS COM A UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSA IMPERMEABILIZANTE

Por

LAÍS BITTENCOURT FORTE

TRABALHO APROVADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ESPECIALISTA EM PATOLOGIA NAS
OBRAS CIVIS, DO INSTITUTO IDD, PELA COMISSÃO FORMADA PELOS
PROFESSORES A SEGUIR MENCIONADOS.

Florianópolis (SC), 03 de agosto de 2018.

Prof. Joelcio Luiz Stocco, M. Sc.

Eng. Denis Fernandes Weidmann, M. Sc.

Eng. Luiz Fernando Trilha Ribeiro, Esp.

RESUMO

Os frequentes casos de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos associados à falha de aderência ao substrato têm como uma possível causa a presença da água. Nesse sentido, o tema deste trabalho foi determinado após ser verificada a utilização da argamassa impermeabilizante “Argapplus - 1K” por uma renomada construtora de Santa Catarina, e essa informar que, ao fazer reparos em paredes revestidas com placas cerâmicas, os revestimentos que possuíam esse produto impermeabilizante apresentavam aderência inferior aos que não possuíam. Diante desse contexto, o presente trabalho tem como intuito avaliar a influência na aderência de placas cerâmicas em substratos com a utilização de argamassa impermeabilizante. Para isso, realiza-se um programa experimental, no qual são executadas três paredes testes (100x100 cm cada) para posterior realização do ensaio de aderência à tração. Para cada amostra aplica-se um determinado tamanho de revestimento (5x5 cm, 30x30 cm e 60x60 cm), sendo que a argamassa impermeabilizante é executada em apenas uma face de cada parede. Os ensaios são realizados após 28 dias de cura normal dos revestimentos para que, posteriormente, seja possível analisá-los estatisticamente através da regressão linear e da correlação das variáveis existentes. Por fim, avalia-se que o uso da argamassa impermeabilizante apresenta influência na tensão média de ruptura dos diferentes tamanhos de revestimentos cerâmicos, fazendo com que a hipótese deste trabalho seja invalidada, uma vez que não ocorre a perda de adesividade das placas. Além disso, no revestimento de 60x60 cm nota-se que as tensões médias de ruptura são ainda mais elevadas. Tratando-se do não uso da argamassa impermeabilizante verifica-se que não há uma correlação entre as tensões médias de ruptura e os diferentes tamanhos de revestimentos.

Palavras chave: resistência de aderência à tração, revestimento cerâmico, argamassa impermeabilizante.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Desempenho ao longo do tempo	22
Figura 2: Evolução de custos (Sitter, 1984).....	23
Figura 3: Conceito do sistema de revestimento cerâmico	27
Figura 4: Partes do revestimento cerâmico	34
Figura 5: Fatores que exercem influência na resistência de aderência do sistema de revestimento.....	40
Figura 6: Mecanismos de adesão mecânica	42
Figura 7 : Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração	45
Figura 8: Modelo de regressão linear	48
Figura 9: Esquema do planejamento experimental	49
Figura 10: Preparo das molduras de madeira e verificação do prumo	54
Figura 11: Preparo da argamassa industrializada para assentamento de blocos de alvenaria	55
Figura 12: Assentamento dos blocos cerâmicos de vedação	56
Figura 13: Preparo e aplicação da argamassa de chapisco	57
Figura 14: Preparo, aplicação e sarrafeamento da argamassa industrializada (camada única).....	58
Figura 15: Desempenho da camada única de revestimento – superfícies planas e homogêneas	58
Figura 16: Preparo da argamassa impermeabilizante	59
Figura 17: Aplicação das camadas de argamassa impermeabilizante em sentido cruzado	59
Figura 18: Argamassa impermeabilizante aplicada em apenas uma face de cada parede teste	60
Figura 19: Preparo e aplicação da argamassa colante	61
Figura 20: Aplicação da argamassa colante no tardo dos revestimentos - 30x30 cm e 60x60 cm.....	61

Figura 21: Aplicação dos revestimentos cerâmicos nos cordões de argamassa colante	62
Figura 22: Aplicação finalizada dos revestimentos cerâmicos nas paredes testes	63
Figura 23: Preparo e aplicação da argamassa de rejuntamento	64
Figura 24: Realização do acabamento do rejunte e da limpeza das paredes testes	65
Figura 25: Marcação e realização dos cortes dos corpos de prova	66
Figura 26: Limpeza das faces das paredes após a realização dos cortes dos corpos de prova	67
Figura 27: Colagem das peças metálicas com a utilização de adesivo instantâneo	67
Figura 28: Esquema do ensaio de aderência à tração – parede sem argamassa impermeabilizante	68
Figura 29: Esquema do ensaio de aderência à tração – parede com argamassa impermeabilizante	68
Figura 30: Dinamômetro portátil	69
Figura 31: Detalhamento dos ensaios de determinação da resistência de aderência à tração	70
Figura 32: Ensaio 1 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante	72
Figura 33: Ensaio 1 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm com o uso da argamassa impermeabilizante	73
Figura 34: Ensaio 1 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante	75
Figura 35: Ensaio 1 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm com o uso da argamassa impermeabilizante	76
Figura 36: Ensaio 1 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante	77

Figura 37: Ensaio 1 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm com o uso da argamassa impermeabilizante	79
Figura 38: Ensaio 2 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante	80
Figura 39: Ensaio 2 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm com o uso da argamassa impermeabilizante	81
Figura 40: Ensaio 2 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante	83
Figura 41: Ensaio 2 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm com o uso da argamassa impermeabilizante	84
Figura 42: Ensaio 2 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante	85
Figura 43: Ensaio 2 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm com o uso da argamassa impermeabilizante	87
Figura 44: Gráfico geral das médias iniciais das resistências de aderência à tração	90
Figura 45: Primeiro ensaio – sem o uso da argamassa impermeabilizante – Correlação entre os tamanhos dos revestimentos cerâmicos e as tensões médias de ruptura	91
Figura 46: Hipótese do primeiro ensaio – com o uso da argamassa impermeabilizante – Correlação entre os tamanhos dos revestimentos cerâmicos e as tensões médias de ruptura	91
Figura 47: Hipótese do segundo ensaio – sem o uso da argamassa impermeabilizante – Correlação entre os tamanhos dos revestimentos cerâmicos e as tensões médias de ruptura	92
Figura 48: Hipótese do segundo ensaio – com o uso da argamassa impermeabilizante – Correlação entre os tamanhos dos revestimentos cerâmicos e as tensões médias de ruptura	93

Figura 49: Hipótese dos dois ensaios – sem o uso da argamassa impermeabilizante – Correlação entre os tamanhos dos revestimentos cerâmicos e as tensões médias de ruptura	94
Figura 50: Hipótese dos dois ensaios – com o uso da argamassa impermeabilizante – Correlação entre os tamanhos dos revestimentos cerâmicos e as tensões médias de ruptura	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos.....	30
Tabela 2: Grupos de absorção de água	35
Tabela 3: Codificação dos grupos de absorção de água em função dos métodos de fabricação	35
Tabela 4: Classificação da facilidade de remoção das manchas	36
Tabela 5: Codificação dos níveis das resistências químicas.....	37
Tabela 6: Classificação das argamassas para rejuntamento de placas cerâmicas	39
Tabela 7: Classificação do bloco cerâmico utilizado na pesquisa	50
Tabela 8: Propriedades e características da argamassa colante utilizada	52
Tabela 9: Revestimentos cerâmicos utilizados	53
Tabela 10: Propriedades e características do produto para rejuntamento utilizado	53
Tabela 11: Legenda das formas de ruptura dos corpos de prova	71
Tabela 12: Ensaio 1 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante	72
Tabela 13: Ensaio 1 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm com o uso da argamassa impermeabilizante	74
Tabela 14: Ensaio 1 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante	75
Tabela 15: Ensaio 1 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm com o uso da argamassa impermeabilizante	76
Tabela 16: Ensaio 1 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante	78
Tabela 17: Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm com o uso da argamassa impermeabilizante	79
Tabela 18: Ensaio 2 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante	81

Tabela 19: Ensaio 2 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm com o uso da argamassa impermeabilizante	82
Tabela 20: Ensaio 2 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante	83
Tabela 21: Ensaio 2 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm com o uso da argamassa impermeabilizante	84
Tabela 22: Ensaio 2 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante	86
Tabela 23: Ensaio 2 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm com o uso da argamassa impermeabilizante	87
Tabela 24: Ensaio 1 – Porcentagem aproximada das formas de ruptura.....	88
Tabela 25: Ensaio 2 - Porcentagem aproximada das formas de ruptura	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	– Associação Brasileira de Cimento <i>Portland</i>
ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas
AC	– Argamassa colante
Anfacer	– Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres
CB	– Comitês Brasileiros
cm	– Centímetros
CP	– Corpo de prova
m	– Metro
m ²	– Metro quadrado
mm	– Milímetros
MPa	– Mega Pascal
N	– Newton
NBR	– Norma Brasileira

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
FOLHA DE APROVAÇÃO	7
RESUMO	8
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	9
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	15
SUMÁRIO	16
1. INTRODUÇÃO	18
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA	19
1.2. OBJETIVOS	19
1.2.1. Objetivo Geral	20
1.2.2. Objetivos Específicos	20
1.3. HIPÓTESE	20
1.4. JUSTIFICATIVAS	20
1.4.1. Tecnológicas	21
1.4.2. Econômicas	21
1.4.3. Sociais	23
1.4.4. Ecológicas	24
1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	24
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
2.1. REVESTIMENTO CERÂMICO	26
2.1.1. Base	27
2.1.2. Argamassas para o Chapisco e a Camada Única	28
2.1.3. Argamassa Colante	31
2.1.4. Placas Cerâmicas	33
2.1.5. Argamassa de Rejuntamento	38
2.2. RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA	39
2.2.1. Mecanismos e Fatores que Influenciam na Aderência	40

2.2.2. Determinação da Resistência de Aderência à Tração	44
2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA: REGRESSÃO LINEAR E CORRELAÇÃO	47
3. PROGRAMA EXPERIMENTAL	48
3.1. PLANEJAMENTO DO PROGRAMA EXPERIMENTAL	49
3.1.1. Especificação dos Materiais.....	50
3.1.1. Execução das Paredes.....	54
3.1.1. Determinação da Resistência de Aderência à Tração	65
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	70
4.1. RESULTADOS OBTIDOS: 1º ENSAIO	71
4.2. RESULTADOS OBTIDOS: 2º ENSAIO	80
4.3. ANÁLISE GERAL DOS RESULTADOS	88
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	95
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
5.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	96
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho possui como temática a avaliação da influência na aderência de revestimentos cerâmicos em substratos com a utilização de argamassa impermeabilizante, uma vez que, embora o Brasil possua grande destaque no mercado mundial de revestimentos cerâmicos, ocupando a segunda posição em produção e consumo, conforme enfatiza Anfacer (2016), e possua destaque pelas inovações tecnológicas nos sistemas de produção e pelo aumento da qualidade do produto, ainda são frequentes os casos de manifestações patológicas. Essas anomalias são ocasionadas pela deterioração em parte ou em todo o sistema de revestimento, em razão de todos os componentes terem a capacidade de alterar ou comprometer o desempenho global, sendo através das características da base, das argamassas de emboço e de assentamento, da placa cerâmica, do rejunte e/ou até mesmo das juntas (JUST; FRANCO, 2001). Diante dessas falhas, são ocasionados diversos prejuízos, como: degradação do imóvel, causando deteriorações estéticas e funcionais; danos à saúde e vida dos usuários; e elevado custo de recuperação.

Nesse contexto, destaca-se a falha de descolamento a qual se caracteriza como um fenômeno causado pela perda de aderência das placas cerâmicas com o substrato ou com a argamassa de fixação, devido às tensões surgidas que ultrapassam a capacidade resistente das ligações dessas camadas (BARROS; SABBATINI, 2001). De acordo com Valentini; Kazmierczak (2016), essa manifestação patológica, devido ao risco de acidentes e ao custo para seu reparo, é considerada uma das mais sérias e para que seja determinado o surgimento do dano é necessário estabelecer a sua origem. Tem-se então a umidade de infiltração como possível causa do descolamento, podendo ocorrer por deficiências de projeto, erros de execução, emprego de materiais inadequados e falta de manutenção, por exemplo.

Diante desse cenário, da importância de aprender com os erros e as inúmeras falhas na instalação dos revestimentos cerâmicos, e com o intuito de contribuir com os estudos relacionados à temática, no presente trabalho será realizada a avaliação de aderência em três diferentes tamanhos de revestimentos cerâmicos com e sem a utilização de argamassa impermeabilizante. Essa análise dar-se-á através da execução de paredes testes e da realização do ensaio de determinação da resistência de aderência à tração, com base no conhecimento adquirido na revisão bibliográfica e na Norma Brasileira NBR 14081-4 (ABNT, 2012), cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (CB) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

As considerações finais deste trabalho serão pautadas em análises estatísticas através da regressão linear e da correlação das variáveis existentes.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

A utilização da argamassa impermeabilizante em substratos influencia na resistência de aderência em revestimentos cerâmicos (5x5 cm, 30x30 cm e 60x60 cm) assentados com argamassa colante?

1.2. OBJETIVOS

Neste item serão apresentados os objetivos da pesquisa, sendo: geral e específicos.

1.2.1. Objetivo Geral

Avaliar a influência na aderência de revestimentos cerâmicos em substratos com a utilização de argamassa impermeabilizante.

1.2.2. Objetivos Específicos

- A. Executar três paredes testes com as dimensões 100x100 cm cada, sendo que cada amostra dispõe de um determinado tamanho de revestimento cerâmico (5x5 cm; 30x30 cm; e 60x60 cm) e de apenas uma face com argamassa impermeabilizante;
- B. Realizar o ensaio de determinação da resistência de aderência à tração com base na NBR 14081-4 (ABNT, 2012);
- C. Avaliar os resultados obtidos a partir de análises estatísticas, sendo através da regressão linear e da correlação das variáveis existentes.

1.3. HIPÓTESE

Presume-se que a utilização de argamassa impermeabilizante influencie na resistência de aderência de revestimentos cerâmicos, de maneira que haja a perda de adesividade das placas.

1.4. JUSTIFICATIVAS

Neste item serão apresentadas as justificativas tecnológicas, econômicas, sociais e ecológicas para a pesquisa.

1.4.1. Tecnológicas

O avanço da tecnologia na construção civil implica no uso de processos inovadores, no controle sobre a matéria-prima e também na criação de produtos para serem incorporados na prática diária. Nesse contexto, a proposta de utilizar um material específico para o programa experimental deste trabalho, a argamassa impermeabilizante comercializada pelo nome “Argaplus 1K”, tem como intenção agregar conhecimento ao uso desse produto existente no mercado, de maneira que seja possibilitado um melhor desempenho dos sistemas de revestimentos existentes nas edificações, minimizando assim as frequentes manifestações patológicas relacionadas a esse sistema.

1.4.2. Econômicas

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) dispõe da norma de desempenho, NBR 15575-1 a 6 (ABNT, 2013), a qual visa atender às exigências dos usuários das edificações no que se refere aos sistemas que as compõem, trazendo assim exigências relacionadas à segurança, habitabilidade e sustentabilidade. Dessa maneira são estabelecidos requisitos mínimos de desempenho para cada um desses sistemas, como o de revestimento, por exemplo.

Nesse contexto, conforme a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), a durabilidade de uma edificação se caracteriza como “a capacidade dos seus sistemas de desempenhar suas funções ao longo do tempo, sob condições de uso e manutenção especificadas” e está intrinsecamente relacionada à vida útil. Diante disso, é possível verificar através da Figura 1 a influência direta das manutenções preventivas sob a vida útil de projeto.

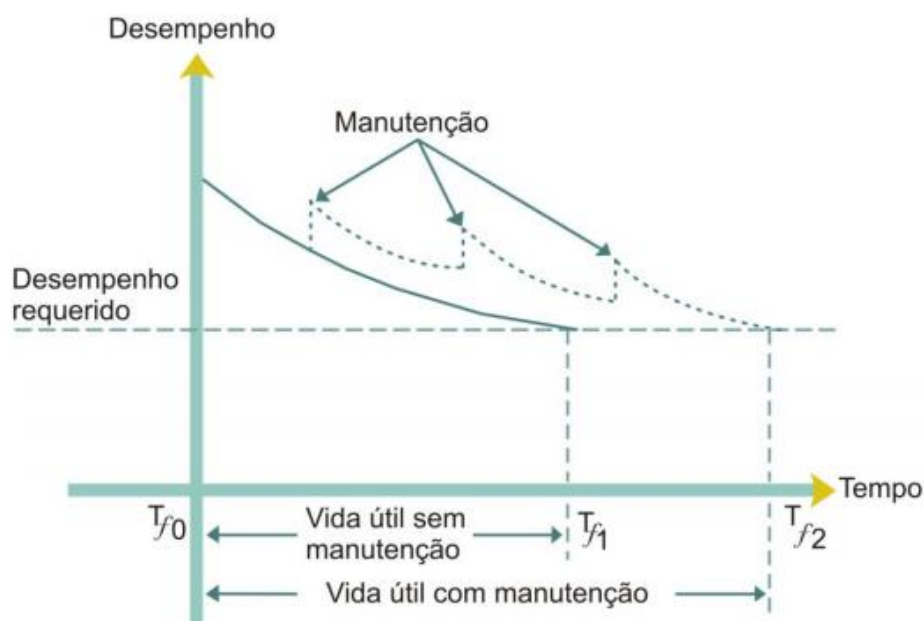


Figura 1: Desempenho ao longo do tempo
Fonte: IBRACON (2013)

Aliado a isso, é possível ainda relacionar a lei de evolução dos custos, conhecida como “Lei de Sitter” (Figura 2), a qual expõe os custos de intervenção ao longo das fases de um empreendimento crescendo exponencialmente em uma razão de cinco, ou seja, “as correções serão mais duráveis, mais efetivas, mais fáceis de executar e muito mais baratas quanto mais cedo forem executadas” (HELENE, 1992). Sendo assim, com o intuito de diminuir as incidências patológicas e os gastos, é imprescindível que sejam realizadas manutenções preventivas.

Diante desse cenário, com a utilização de determinados produtos existentes no mercado, é possível garantir maior nível de desempenho aos sistemas de uma edificação. Sendo assim, este trabalho visa agregar conhecimento a uma possível forma de impermeabilização para substratos revestidos por placas cerâmicas.

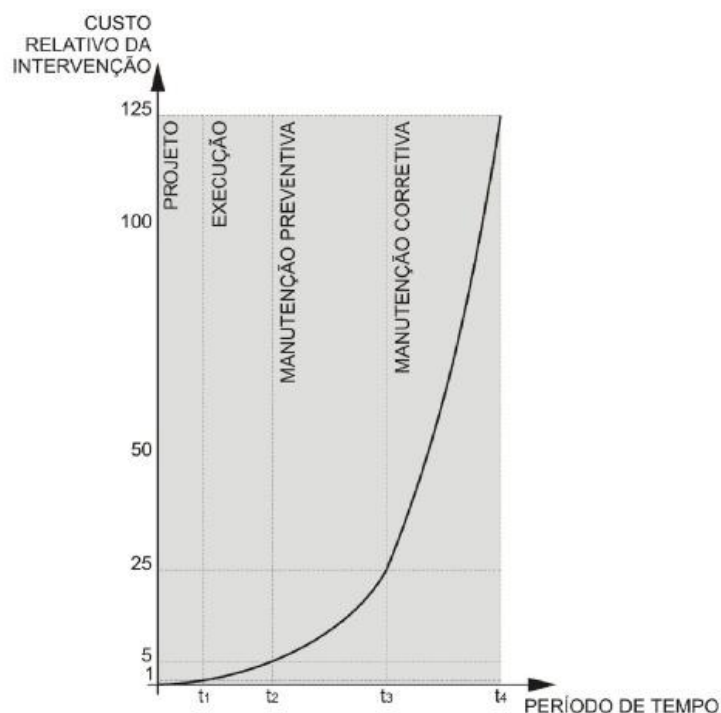


Figura 2: Evolução de custos (Sitter, 1984)
 Fonte: CEB *apud* HELENE (1992)

1.4.3. Sociais

As edificações são projetadas com o propósito de isolar o ambiente interno das condições externas, protegendo seus ocupantes das intempéries. Sendo assim, Masuero (2001, *apud* SEGAT, 2005) afirma que, para que haja a garantia de um desempenho adequado, os edifícios devem ser estáveis, estanques, duráveis e funcionais. Diante desse contexto e da grande representatividade dos problemas em revestimentos com relação às manifestações patológicas existentes nas obras civis, é possível afirmar que as edificações passam a não conferir boas condições de estanqueidade, de higiene e de conforto visual, acústico, tátil, higrométrico e antropodinâmico, podendo assim influenciar diretamente na saúde dos usuários, causando danos psicológicos e determinadas doenças, ou até mesmo podendo causar graves acidentes, acarretando em risco de vida. Nesse sentido, este trabalho visa

possibilitar uma provável solução de impermeabilização para substratos revestidos com placas cerâmicas, com o intuito de diminuir os danos causados pelo surgimento indesejado da água.

1.4.4. Ecológicas

Villanueva (2015) afirma que as questões de sustentabilidade estão intimamente relacionadas às econômicas, visto que, ao garantir uma vida útil longa aos sistemas de uma edificação há a economia de matérias-primas e a diminuição do impacto da construção civil ao meio ambiente, com a minoração da geração de resíduos e do desperdício de materiais para a demolição e reconstrução.

1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

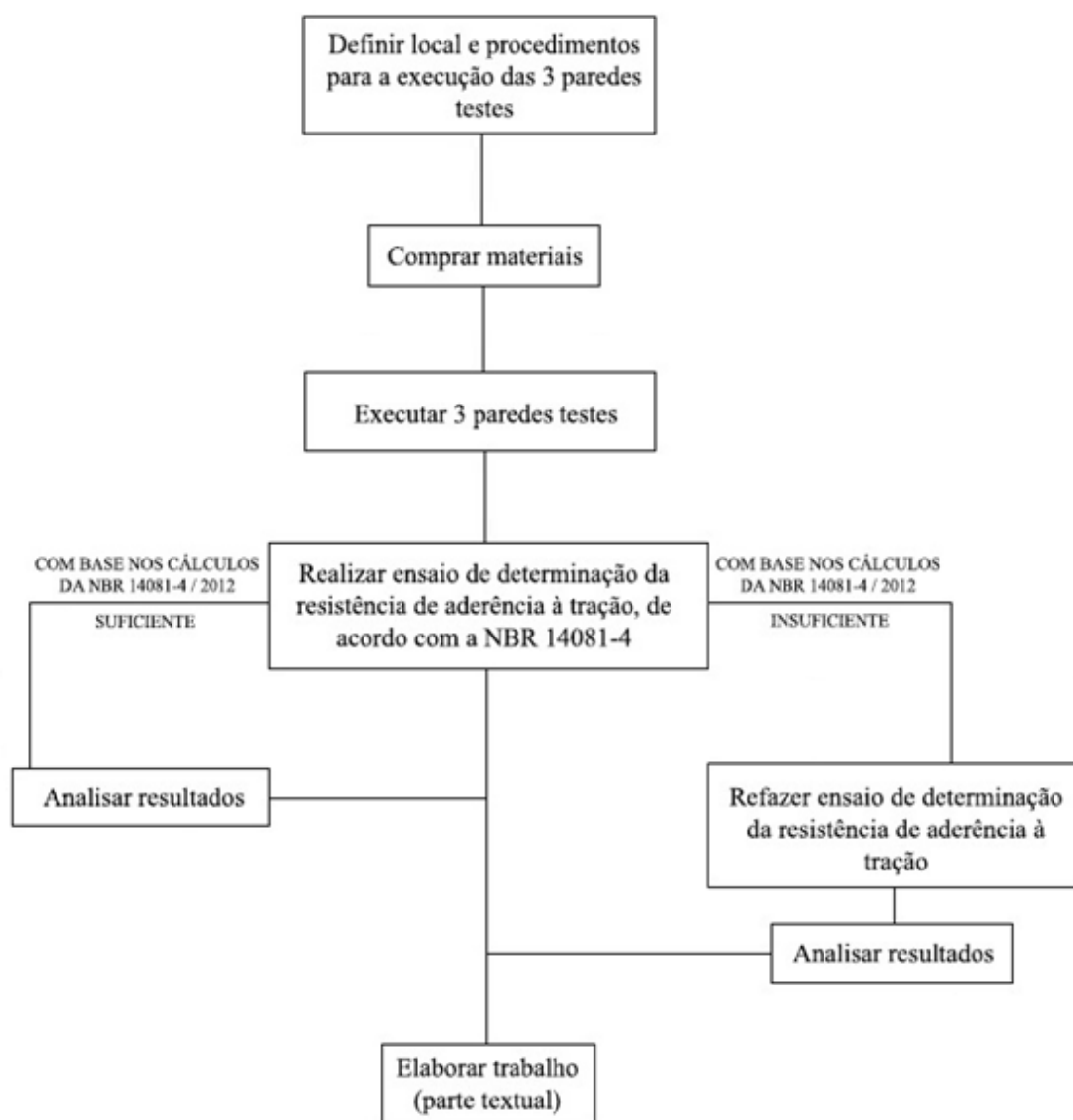
Com o intuito de atingir o objetivo geral proposto neste trabalho, divide-se os procedimentos metodológicos em duas etapas principais, sendo:

Etapas 1:

- a. Executar três paredes testes de alvenaria convencional com as dimensões 100x100 cm cada, sendo que cada amostra dispõe de um determinado tamanho de revestimento cerâmico (5x5 cm; 30x30 cm; e 60x60 cm) e de apenas uma face com argamassa impermeabilizante;
- b. Realizar o ensaio de determinação da resistência de aderência à tração, de acordo com a NBR 14081-4 (ABNT, 2012).

Etapa 2:

- a. Analisar estatisticamente os resultados obtidos no ensaio através da regressão linear e da correlação das variáveis existentes.
- b. Elaborar o trabalho conforme a fundamentação teórica estudada e os dados alcançados na análise anteriormente citada.



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados os principais aspectos sobre revestimento cerâmico, resistência de aderência e análise estatística (regressão linear e correlação), uma vez que esses tópicos são fundamentais para a adequada compreensão do trabalho e para demonstrar a importância deste estudo.

2.1. REVESTIMENTO CERÂMICO

Os revestimentos cerâmicos têm ampla utilização na construção civil e possuem como finalidades principais, além da estética, a proteção da base contra agentes agressivos, sejam eles químicos ou não, e a redução da absorção de água pela superfície em que estão aplicados (SILVEIRA, 2014). Nesse sentido, os revestimentos cerâmicos devem ainda cumprir suas funções e requisitos de desempenho.

De acordo com Campante; Baía (2008), o revestimento cerâmico é caracterizado por um sistema composto de camadas sucessivas, sendo base, chapisco, emboço, camada de fixação e camada de acabamento, as quais devem formar um conjunto que apresente comportamento monolítico aderido ao substrato (emboço) e este à base (alvenaria ou concreto armado). Pode-se observar na Figura 3 o esquema conceitual do sistema de revestimento cerâmico.

Em vista disso, faz-se necessário o conhecimento da interação entre as camadas de revestimento e da execução das mesmas, pois cada uma possui um comportamento característico, e também da especificação dos materiais, para que seja garantida a qualidade e a durabilidade do sistema (LIMA, 2003). Dessa maneira, a seguir serão abordados separadamente os subsistemas do sistema de revestimento.

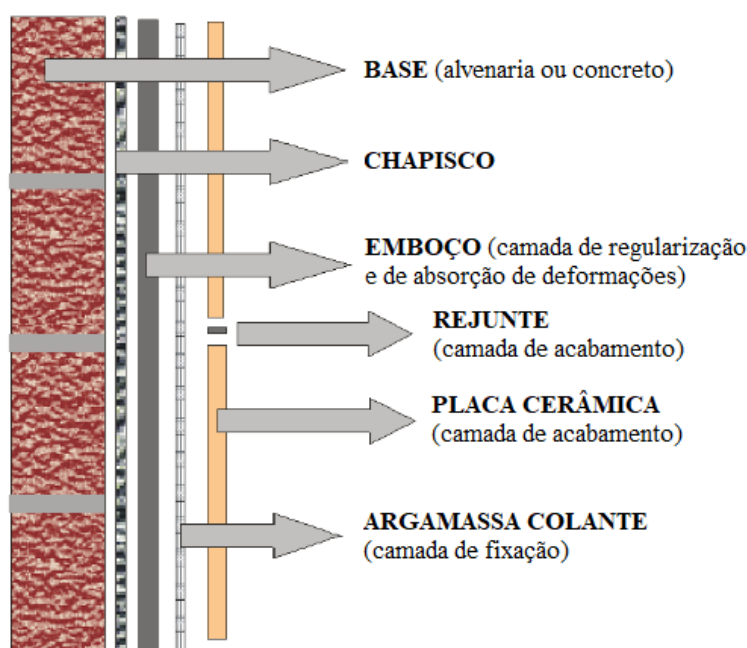


Figura 3: Conceito do sistema de revestimento cerâmico
 Fonte: Adaptado de Silveira (2014)

2.1.1. Base

A base, apesar de não fazer parte do sistema de revestimento, é fundamental para o desempenho global do mesmo, sendo constituída por blocos cerâmicos, blocos vazados de concreto ou blocos de concreto celular, por exemplo, servindo de suporte para a aplicação dos subsistemas de revestimento. De acordo com Santos (2008), a base pode exercer grande influência na qualidade final do revestimento devido à diversidade de características e texturas existentes, sendo: absorventes, impermeáveis, lisas, rugosas, rígidas e deformáveis. Sendo assim, Yazigi (2006) recomenda a preparação da base para a aplicação das camadas do sistema de revestimento, retirando qualquer tipo de sujeira e de materiais estranhos existentes, corrigindo possíveis irregularidades e também realizando a pré-molhagem em bases com elevada absorção.

Ainda nesse contexto, a NBR 7200 (ABNT, 1998) especifica que a base de revestimento deve atender às exigências de planeza, prumo e nivelamento, as quais estão fixadas nas normas de alvenaria e de estrutura de concreto.

2.1.2. Argamassas para o Chapisco e a Camada Única

O chapisco é definido como a camada de preparo da base e como elemento de ligação entre a base e as camadas de revestimento, pois tem como finalidade, conforme afirma Carasek (2007), a uniformização da superfície quanto à absorção e a melhora da aderência das camadas de revestimento à base. Nesse contexto, de acordo com a NBR 7200 (ABNT, 1998), a argamassa de chapisco deve possuir uma consistência fluida, de maneira que facilite a penetração da pasta de cimento, garantindo a melhora da aderência na interface revestimento-base, e deve ser aplicada por lançamento, para que não haja o completo cobrimento dos blocos.

Yazigi (2006) cita que, para não ocorrer absorção da água necessária à cura da argamassa do chapisco, deve-se umedecer a base previamente sem que haja o saturamento dos poros. Tal situação caracteriza-se como prejudicial para a aderência das camadas subsequentes de revestimento, uma vez que, com os poros da base saturados, o microagulhamento da pasta de aglomerante dentro dos mesmos é inibido.

O revestimento de chapisco deve ser realizado nas superfícies verticais e horizontais de concreto e alvenaria, respeitando uma espessura máxima de 5 milímetros (YAZIGI, 2006). É de suma importância destacar que, ao executar essa etapa do sistema de revestimento em regiões de clima muito seco e quente, é necessário protegê-la da ação direta do sol e do vento através de processos que mantenham a umidade da superfície por no mínimo 12 horas após

a aplicação, conforme cita a NBR 7200 (ABNT, 1998). Ainda de acordo com essa norma, é relevante destacar que o chapisco deve apresentar idade mínima de 3 dias antes da aplicação do emboço ou da camada única, sendo que para climas quentes e secos, com temperatura acima de 30°C, o prazo pode ser reduzido para 2 dias.

Maciel; Barros; Sabbatini (1998) esclarecem características dos chapiscos tradicional, industrializado e rolado, sendo respectivamente: argamassa de cimento, areia e água que adequadamente dosados resultam em uma película rugosa, aderente e resistente; argamassa semelhante à argamassa colante, sendo necessário acrescentar água no momento da mistura, e sua aplicação é realizada através de desempenadeira dentada somente sobre superfície de concreto; e argamassa bastante plástica obtida através da mistura de cimento, areia, água e adição de resina acrílica, e sua aplicação é realizada através de rolo para textura acrílica sobre superfícies de alvenaria e concreto.

O substrato (camada única ou emboço e reboco) tem como função promover a regularização da base e servir de suporte para a camada posterior de argamassa colante e assentamento de placas cerâmicas, segundo afirma Carasek (2007). A argamassa de revestimento caracteriza-se como uma mistura de aglomerantes inorgânicos, agregados miúdos e água, com propriedades de endurecimento e aderência, podendo conter ou não aditivos, conforme a definição da NBR 7200 (ABNT, 1998) e pode ainda ser classificada como argamassa industrializada ou dosada em obra.

A NBR 7200 (ABNT, 1998) cita o procedimento de execução da camada única para posterior aplicação da argamassa colante e do revestimento cerâmico, o qual deve ser realizado através do lançamento da argamassa sobre a superfície a ser revestida, sendo manual (com auxílio da colher de pedreiro) ou através de processo mecânico, de modo que toda a área desejada seja preenchida. Subsequentemente realiza-se o acabamento da superfície através do sarrafeamento, com a retirada do excesso de argamassa e a regularização da

superfície pela passagem de régua, até garantir uma face plana e homogênea, e do desempenamento, com o alisamento da superfície sarrafeada através da utilização da desempenadeira.

Ainda de acordo com a norma anteriormente citada e com relação à aplicação de camadas sucessivas de argamassa, é importante destacar a necessidade de umidificar a camada anterior de acordo com a finalidade e as condições do clima. Nesse sentido, em ambientes com temperatura inferior a 5°C não se deve aplicar a argamassa de revestimento; e em ambientes com temperatura superior a 30°C deve haver um cuidado especial para a cura do revestimento, de forma que esse seja mantido úmido pelo menos durante as 24 horas iniciais através da aspersão constante de água. Tal procedimento deve ser realizado também em situações de ventos fortes, baixa umidade relativa do ar e insolação forte e direta sobre os planos revestidos. Aliado às determinações anteriores, a NBR 13749 (ABNT, 1996) estabelece espessuras admissíveis para os revestimentos internos e externos de paredes e tetos conforme demonstrado na Tabela a seguir.

Revestimento	Espessura (mm)
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Teto interno e externo	$e \leq 20$

Tabela 1: Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos

Fonte: NBR 13749 (ABNT, 1996)

Então, em conformidade com Sabbatini *et al.* (1989), o substrato deve apresentar determinadas características para garantir a qualidade do sistema de revestimento, sendo: plasticidade, para facilitar a trabalhabilidade da argamassa; aderência ao substrato; resistência mecânica; capacidade de absorver deformações em razão da movimentação térmica e do diferencial entre componentes; e impermeabilidade ou baixa permeabilidade à água. Além disso, Silveira (2014) cita que é imprescindível respeitar as normas relacionadas à

execução do sistema de revestimento, assim como as especificações de projeto, visto que a execução e aplicação desse está diretamente relacionada ao bom desempenho do revestimento. Sendo assim, é importante ressaltar que a NBR 7200 (ABNT, 1998) determina a idade mínima de 21 dias do revestimento de camada única para o início da execução do acabamento decorativo, assim como para a execução do reboco, no caso do substrato ser constituído de emboço e reboco.

2.1.3. Argamassa Colante

A argamassa colante industrializada é responsável pela fixação entre as placas cerâmicas e o substrato (camada única ou emboço e reboco) e possui capacidade de suportar as tensões de tração e cisalhamento das interfaces (PEZZATO, 2010). Nesse sentido, a NBR 14081-1 (ABNT, 2012) define argamassa colante industrializada 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.

De acordo com a NBR 14081-1 (ABNT, 2012) a escolha da argamassa colante industrializada está diretamente relacionada ao local de aplicação, sendo: AC-I, argamassa colante utilizada para revestimentos internos, exceto áreas especiais, como sauna, estufa, churrasqueira, entre outros ambientes; AC-II, argamassa colante utilizada para revestimentos externos; AC-III, argamassa colante de resistência superior às anteriores, possuindo uso especial para ambientes como piscina, sauna e estufa; e tipo E, similar às anteriores, entretanto com o tempo em aberto estendido em 10 minutos. Diante disso, Perez (2003) evidencia que a diferença entre os tipos de argamassa colante é a resistência ao arrancamento, visto que enquanto a AC-I e AC-II têm 0,5 MPa, a

AC-III e AC-III-E têm 1,00 MPa. Entre as duas últimas citadas o que diferencia é o tempo em aberto, sendo 20 e 30 minutos respectivamente.

Nesse contexto, Sichieri (2003, *apud* PEZZATO, 2010) diz que a aderência da argamassa colante ao substrato e à placa cerâmica ocorre através de uma reação físico-química. Gallegos (1995) explica que quando a argamassa colante entre em contato com o revestimento cerâmico, o tardo da placa absorve água em quantidades variáveis devido à porosidade do material; esse líquido transporta materiais cimentícios, os quais começarão a ocupar espaços capilares, que ao cristalizarem proporcionam o travamento entre as unidades. Dessa maneira, cada componente do sistema de revestimento permanecerá mecanicamente aderido uns aos outros devido ao material cimentante.

Os critérios utilizados para a classificação da argamassa colante, de acordo com a NBR 14081-1 a 5 (ABNT, 2012), são: determinação do tempo em aberto, determinação da resistência de aderência à tração e determinação do deslizamento. O tempo em aberto, segundo Silva (2004), está relacionado à retenção de água, correspondendo assim ao período máximo de tempo desde a extensão da argamassa no substrato até o momento em que as placas cerâmicas podem ser assentadas sem perder a capacidade de ancoragem estabelecida pela norma. Já com relação ao deslizamento, Perez (2003) e Bortoletto (2004) afirmam ser o movimento descendente da placa cerâmica sobre os cordões frescos quando aplicados sobre uma superfície vertical, estando assim diretamente relacionado ao tempo em aberto. Tal associação ocorre uma vez que, de acordo com os autores citados anteriormente, quanto maior for a quantidade de água misturada aumentando o tempo em aberto, maior será a possibilidade de deslizamento da peça cerâmica. Por fim, a resistência de aderência à tração é uma característica das argamassas colantes, sendo essa necessária para suportar as tensões existentes no sistema de revestimento. No tópico 2.2 esse assunto será abordado com mais detalhes.

Diante desse cenário, Sabbatini *et al.* (1989) listam vantagens da argamassa colante industrializada, assim como do método de execução, sendo estas: melhor desempenho devido à melhor resistência de aderência que as argamassas convencionais; processo simples de execução, o qual é estabelecido e normatizado, aumentando assim a produtividade e reduzindo o tempo de execução; e retração controlada, visto que quando a espessura utilizada é a indicada não existem tensões significativas nas interfaces de aderência.

2.1.4. Placas Cerâmicas

As placas cerâmicas para revestimento são designadas como um material composto de argila e outras matérias primas inorgânicas geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo elaboradas através de processos como extrusão e prensagem para posteriormente serem secadas e queimadas a altas temperaturas, podendo ser esmaltadas ou não esmaltadas, conforme define a NBR 13816 (ABNT, 1997). Logo, esse revestimento é composto de três partes, sendo: face, parte superficial com cobertura vitrificada impermeável; biscoito, parte inferior à face formada por argila e outras matérias primas, caracterizando-se como o corpo do revestimento; e tardez, parte da placa que fica em contato com a argamassa de assentamento, tendo como função melhorar a aderência ao substrato (Figura 4).

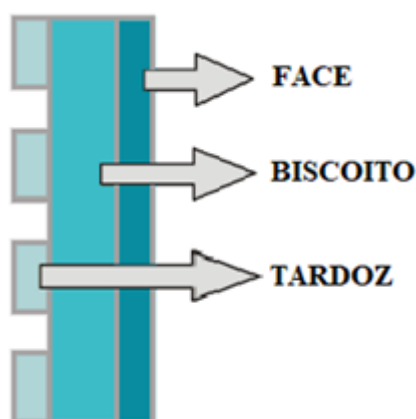


Figura 4: Partes do revestimento cerâmico
Fonte: Adaptado de Silveira (2014)

Diante desse contexto, as placas cerâmicas, assim como as juntas de assentamento preenchidas por argamassa de rejuntamento, caracterizam-se como a camada final do sistema de revestimento, devendo então possuir propriedades e características específicas as quais são determinadas segundo os critérios estabelecidos pela NBR 13817 (ABNT, 1997): grupos de absorção de água, métodos de fabricação, placas esmaltadas e não esmaltadas, classes de resistência à abrasão superficial, classes de resistência ao manchamento, classes de resistência ao ataque de agentes químicos (de acordo com diferentes níveis de concentração) e aspectos superficiais ou análise visual. Esses critérios serão abordados separadamente nos tópicos a seguir.

É importante destacar que a NBR 13818 (ABNT, 1997) estabelece as características exigíveis para fabricação, marcação, declarações em catálogos, recebimento, inspeção, amostragem, ensaios opcionais complementares, métodos de ensaios e aceitação de placas cerâmicas para revestimento.

2.1.4.1. Absorção de água

Considerada como um dos principais parâmetros utilizados para a classificação das cerâmicas, a absorção de água também possui influência direta

em outras propriedades do produto, como, por exemplo, a relação com a resistência mecânica, a qual é maior quanto mais baixa for a absorção de água (SILVEIRA, 2014). Nesse contexto, com o intuito de especificar corretamente os revestimentos cerâmicos, têm-se os grupos de absorção de água conforme a Tabela abaixo.

Grupos	Absorção de água (%)
Ia	$0 < \text{Abs} \leq 0,5$
Ib	$0,5 < \text{Abs} \leq 3,0$
IIa	$3,0 < \text{Abs} \leq 6,0$
IIb	$6,0 < \text{Abs} \leq 10,0$
III	Abs acima de 10,0

Tabela 2: Grupos de absorção de água
Fonte: NBR 13817 (ABNT, 1997)

Ainda nesse sentido, a absorção de água varia de acordo com o método de fabricação do revestimento cerâmico (placas cerâmicas extrudadas - A, placas cerâmicas prensadas - B e placas cerâmicas produzidas por outros processos - C), sendo de baixa absorção e resistência mecânica elevada, garantindo melhor qualidade à placa cerâmica, até alta absorção e baixa resistência mecânica, de acordo com a Tabela a seguir.

Absorção de água (%)	Métodos de fabricação		
	Extrusado (A)	Prensado (B)	Outros (C)
$\text{Abs} \leq 0,5$	AI	Bla	CI
$0,5 < \text{Abs} \leq 3,0$		BIb	
$3,0 < \text{Abs} \leq 6,0$	AIIa	BIIa	CIIa
$6,0 < \text{Abs} \leq 10,0$	AIIb	BIIb	CIIb
$\text{Abs} > 10$	AIII	BIII	CIII

Tabela 3: Codificação dos grupos de absorção de água em função dos métodos de fabricação
Fonte: NBR 13817 (ABNT, 1997)

2.1.4.2. Resistência à abrasão

A resistência à abrasão está relacionada com o desgaste superficial do revestimento cerâmico quando submetido ao tráfego intenso de pessoas ou ao contato constante com objetos, logo é uma característica necessária apenas para o uso em pisos (PEZZATO, 2010). Nesse sentido, os grupos de resistência à abrasão estão diretamente relacionados às características da superfície cerâmica, sendo esmaltada (grupos de abrasão superficial) ou não esmaltada (grupo de abrasão profunda), e às cargas de ruptura. A NBR 13818 (ABNT, 1997) determina esta classificação.

2.1.4.3. Resistência ao machamento

A resistência ao manchamento define o grau limpabilidade da superfície do revestimento cerâmico quando submetido à ação de diversos produtos prejudiciais à placa. Diante disso, a NBR 13817 (1997) apresenta cinco classes de acordo com a facilidade de remoção de manchas, conforme a Tabela 4. É válido destacar que, quanto maior o nível de rugosidade do revestimento cerâmico, mais difícil é a limpeza da superfície.

Classes	Facilidade de remoção de manchas
1	Impossibilidade de remoção da mancha
2	Mancha removível com ácido clorídrico, hidróxido de potássio e tricloroetileno
3	Mancha removível com produto de limpeza forte
4	Mancha removível com produto de limpeza fraco
5	Máxima facilidade de remoção de mancha

Tabela 4: Classificação da facilidade de remoção das manchas

Fonte: NBR 13817 (ABNT, 1997)

2.1.4.4. Resistência ao ataque de agentes químicos

A resistência ao ataque de agentes químicos está relacionada ao tipo do revestimento cerâmico, esmaltado (*glazed* – G) ou não esmaltado (*unglazed* – UGL), apresentando níveis de tolerância aos produtos químicos. Sendo assim, de acordo com a NBR 13817 (1997), tem-se a Tabela abaixo com a classificação dos agentes químicos e os seus respectivos níveis das resistências químicas.

Agentes químicos		Níveis de resistência química		
		Alta (A)	Média (B)	Baixa (C)
Ácidos e álcalis	Alta concentração (H)	HA	HB	HC
	Baixa concentração (L)	LA	LB	LC
Produtos domésticos e de piscinas		A	B	C

Tabela 5: Codificação dos níveis das resistências químicas

Fonte: NBR 13817 (ABNT, 1997)

2.1.4.5. Aspecto superficial ou análise visual

De acordo com a NBR 13817 (1997), ao seguir a análise visual com procedimento determinado na NBR 13818 (ABNT, 1997), o produto é classificado como de primeira qualidade quando 95% das peças examinadas ou mais não apresentarem defeitos visíveis na distância de observação. Os defeitos listados são: rachaduras, depressões, furos, bolhas, manchas, cantos e lados lascados, saliências, incrustações de corpos estranhos, riscados, diferença de tonalidade em caixas de idêntica marcação, entre outros.

2.1.5. Argamassa de Rejuntamento

A argamassa de rejuntamento tem como finalidade preencher as juntas de assentamento do revestimento cerâmico e, além de oferecer um acabamento estético, segundo Feres (2004), essa deve garantir características específicas proporcionando durabilidade ao sistema, uma vez que atua no controle do desenvolvimento de fenômenos físico-químicos. Nesse sentido, Sichieri (2003, *apud* PEZZATO, 2010) cita aspectos como: impermeabilidade, flexibilidade, plasticidade, resistência ao manchamento e estabilidade de pigmentação, resistência a fungos e bactérias, entre outros.

Diante dessa introdução, Junginger (2007) apresenta formas de argamassa de rejuntamento industrializada, sendo: cimentícia monocomponente, caracterizada como o tipo de rejunte mais comum, sendo um pó com ou sem aditivos que para a aplicação necessita apenas da mistura de água; cimentícia bicomponente, caracterizada por possuir dois componentes distintos, um em pó e outro uma emulsão aquosa de aditivo, que para a aplicação necessita apenas misturá-los; e base orgânica, caracteriza-se por ser um material composto de dois ou mais componentes pré-dosados que para aplicação necessita apenas misturá-los.

A NR 14992 (ABNT, 2003) classifica a argamassa de rejuntamento em dois tipos à base de cimento *Portland* e para uso em ambientes internos e externos, sendo esses diferenciados apenas pelo local de aplicação, conforme demonstrado a seguir.

Rejuntamento tipo I	Rejuntamento tipo II
Para locais de trânsito não intenso de pedestres	Todas as condições do tipo I
Para o uso de placas cerâmicas com absorção de água acima de 3% - grupos II e III – NBR 13817 (ABNT, 1997)	Para locais de trânsito intenso de pedestres
Para o uso em ambientes externos, piso ou parede, desde que não excedam 20 m ² e 18 m ² , respectivamente, limite a partir do qual são exigidas as juntas de movimentação - NBR 13753 (ABNT, 1996) e NBR 13755 (ABNT, 2017)	Para o uso de placas cerâmicas com absorção de água inferior a 3% - grupos I – NBR 13817 (ABNT, 1997)
	Para uso em ambientes externos, piso ou parede de qualquer dimensão, ou sempre que se exijam as juntas de movimentação
	Ambientes internos ou externos com presença de água estancada, como piscinas e espelhos d'água

Tabela 6: Classificação das argamassas para rejuntamento de placas cerâmicas
Fonte: NBR 14992 (ABNT, 2003)

Já quando se trata de ambientes agressivos quimicamente ou mecanicamente, ambientes com temperatura acima de 70°C ou abaixo de 0°C e também para ambientes com outros tipos de revestimento, deve-se consultar o fabricante.

2.2. RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA

Em conformidade com a NBR 13528 (ABNT, 2010), a aderência caracteriza-se como:

Propriedade do revestimento de resistir às tensões atuantes na interface com o substrato. A aderência não é uma propriedade da argamassa, sendo a interação entre as camadas constituintes do sistema de revestimento que se pretende avaliar.

Nesse sentido, Sagave (2001) diz que a aderência exerce papel fundamental no desempenho dos revestimentos cerâmicos, conferindo,

juntamente com as propriedades físicas dos materiais, uma maior ou menor durabilidade do sistema. Dessa forma, a seguir serão abordados fatores que influenciam na aderência do sistema de revestimento.

2.2.1. Mecanismos e Fatores que Influenciam na Aderência

O desempenho adequado do sistema de revestimento está relacionado a vários fatores que influenciam diretamente na ancoragem do conjunto, sendo esses, além da utilização de adesivos com características desejáveis: rugosidade e porosidade do substrato, qualidade do material cimentante, porosidade da cerâmica e formação do tardoz e, inclusive, fatores externos relacionados às condições climáticas (SILVEIRA, 2014). Aliado a esses aspectos, Fiorito (2009) e Ruduit (2009) relacionam ainda a influência da mão de obra no desempenho dos revestimentos cerâmicos, visto que os cuidados com o preparo das superfícies, para eliminar materiais contaminantes, e com o lançamento e compactação das argamassas, para evitar a presença de vazios, impactam diretamente na aderência. Através da Figura 5 é possível evidenciar os aspectos citados.



Figura 5: Fatores que exercem influência na resistência de aderência do sistema de revestimento

Fonte: Adaptado de Carasek (2007)

2.2.1.1. Influência das técnicas de aplicação e execução

O modo de preparo das camadas de revestimento exerce influência nos resultados da resistência de aderência. De acordo com Antunes (2005, *apud* MOURA, 2007), fatores como a energia utilizada no amassamento, a quantidade de água aplicada e o tempo de mistura são determinantes. Com relação à técnica de execução, ABCP (2002) afirma que essa estabelece o grau de compactação do revestimento e os momentos de sarrafeamento e desempenho, ou seja, ao executar essas etapas em um momento inadequado, é gerado um excesso de água prejudicial ao revestimento, comprometendo assim a aderência à base.

Nesse sentido, Malagoni; Scartezini (2013) afirmam que a execução manual desses procedimentos sofre variações de força e de pressão em função da ergonomia do operador. Outro aspecto relevante à execução desse sistema é com relação à espessura do revestimento, visto que espessuras excessivas, superiores a dois centímetros, podem apresentar tensões elevadas devido à retração, ocasionando descolamento do revestimento, conforme cita Barros *et al.* (1997, *apud* COSTA, 2007).

O procedimento de cura também possui grande relevância no estudo da resistência de aderência, uma vez que está diretamente relacionado às condições de temperatura e ventilação do ambiente. Moura (2007) comenta que a cura da argamassa de chapisco em temperaturas elevadas apresenta grande influência negativa com a diminuição da resistência de aderência. Tal aspecto é caracterizado pela secagem do material e a hidratação acelerada que ocorrerem juntas, formando assim um produto final mais frágil. Ainda nesse contexto, Scartezini (2002) menciona a influência do tipo de preparo da base sendo que para bases de bloco cerâmico, por exemplo, a presença do chapisco melhora os valores da resistência de aderência, sendo o oposto para bloco de concreto.

2.2.1.2. Influência da base

Rosello (1976, *apud* CARASEK, 1996) fragmenta o fenômeno da aderência entre a argamassa e a base em duas etapas, sendo: estado inicial, onde ocorre a adesão inicial com a argamassa ainda no estado fresco, estando diretamente relacionada com as características reológicas da pasta; e estado endurecido, onde efetivamente ocorre a aderência. Por conseguinte, a última etapa desse processo caracteriza-se como sendo essencialmente mecânica, pois quando a argamassa entre em contato com a base, parte da água de amassamento, que contém os componentes do aglomerante em estado coloidal, penetra nesses poros e rugosidades formando, no interior desses, géis de silicato do cimento e hidróxidos provenientes da cal, conforme cita Rosello (1976, *apud* CARASEK, 1996). Então, após a cura do revestimento, esses precipitados ficam ancorados à base, aumentando a aderência do conjunto argamassa/base (Figura 6).

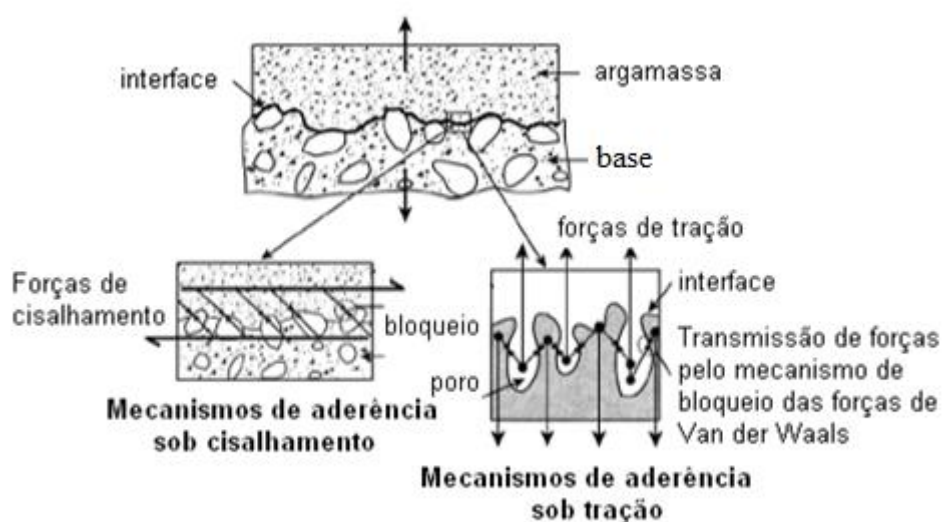


Figura 6: Mecanismos de adesão mecânica
Fonte: Adaptado de Pretto (2007)

É significativo salientar que a retenção de água pela argamassa, em um teor ideal, é indispensável para melhorar a extensão de aderência, uma vez que em bases de alta absorção poderá haver a insuficiência de água no processo

de hidratação do cimento mais próximo à interface, tornando assim uma zona frágil do sistema. De forma oposta, uma base com baixa absorção, promove um acúmulo de água na interface, criando uma zona de maior porosidade, logo mais frágil (SILVA, 2004, *apud* RUDUIT, 2009). Ainda nesse contexto, Nicot (2008) diz que a retração da argamassa, impossibilitada de se movimentar devido à aderência ao substrato, cria um estado de tensões suscetíveis, provocando perda de aderência ou gerando fissuração.

Diante desses aspectos, Scartezini (2002) afirma que, independente de outras variáveis associadas às propriedades anteriormente analisadas, o tipo de base também influencia diretamente na resistência de aderência.

2.2.1.3. Influência da argamassa

De acordo com Malagoni; Scartezini (2013), o tipo de argamassa (usinada, industrializada ou rodada em obra) e sua composição interferem nos resultados dos ensaios da resistência de aderência. As argamassas industrializadas, por exemplo, devido à forma de produção, asseguram grande uniformidade de dosagem (maior precisão no traço) e conseqüentemente a redução dos coeficientes de variação (ABCP, 2002). O mesmo não ocorre com as argamassas rodadas em obra, visto que não há um controle no processo de produção, gerando grande variabilidade. Já com relação às argamassas usinadas ou dosadas em central para garantir uma melhoria na resistência de aderência é necessário obedecer às orientações da concreteira com relação ao armazenamento e ao tempo de utilização.

Carasek (2011) diz que o melhor parâmetro para explicar a influência das argamassas na análise da resistência de aderência é o teor de cimento, sendo que, conforme o estudo realizado por Malagoni; Scartezini (2013), com o aumento da proporção de cimento em relação aos demais componentes da

argamassa seca (cal e agregados), há um significativo crescimento dos resultados da resistência de aderência. Entretanto, é imprescindível salientar que elementos muito rígidos, com alto teor de cimento e consequentemente com elevados valores de resistência de aderência, não são pertinentes, pois apresentam maiores chances de fissuração e descolamento (CARASEK, 2011).

Para obtenção de uma argamassa ideal deve-se destacar ainda a influência da cal, sendo a dosagem um item fundamental para que sejam atingidas as propriedades ideais (POLITO, 2013). Pode-se dizer que a introdução da cal nas argamassas, até um teor aceitável, gera a diminuição nos resultados de resistência de aderência, entretanto, segundo Carasek (1996), apresentam maior plasticidade e consequentemente uma maior capacidade de molhar a superfície e preencher as rugosidades da base de aplicação, tal característica proporciona maior extensão de aderência.

2.2.2. Determinação da Resistência de Aderência à Tração

A NBR 14081-4 (ABNT, 2012) estabelece o método da determinação da resistência de aderência à tração para o assentamento de placas cerâmicas com o uso de argamassa colante industrializada, de acordo com a metodologia a seguir.

Primeiramente, deve-se submeter o conjunto onde será executado o ensaio à cura normal, durante 28 dias, conforme as condições ambientais de laboratório apresentadas na ABNT NBR 14081-2 (2015), sendo que, a partir de 72 horas antes da data do arrancamento, pelo menos seis peças metálicas devem ser coladas nas placas cerâmicas (conforme a NBR 13817 (ABNT, 1997), grupo BIIa), de maneira que as suas superfícies fiquem sobrepostas. Sendo assim, é importante destacar que as placas cerâmicas devem ser cortadas em moldes de seção quadrada com 50 ± 1 mm de aresta, de forma que não apresentem qualquer

tipo de imperfeição. Essas devem estar perfeitamente limpas e secas para que seja realizada a colagem das peças metálicas de seção quadrada de aproximadamente 50 mm de aresta e espessura mínima de 10 mm, com adesivo, e com a existência de um dispositivo no centro de uma das faces para que seja acoplada a máquina de tração.

No 28º dia do posicionamento das placas cerâmicas deve-se executar o ensaio utilizando uma máquina para o arrancamento por tração manual, de modo que seja aplicada uma carga e uma velocidade uniforme de 250 ± 50 N/s até a ruptura. Após esse procedimento é primordial registrar as cargas máximas aplicadas, de maneira que o tipo de ruptura de cada corpo de prova seja analisado conforme as definições da NBR 14081-4 (ABNT, 2012) expostas na Figura 7:

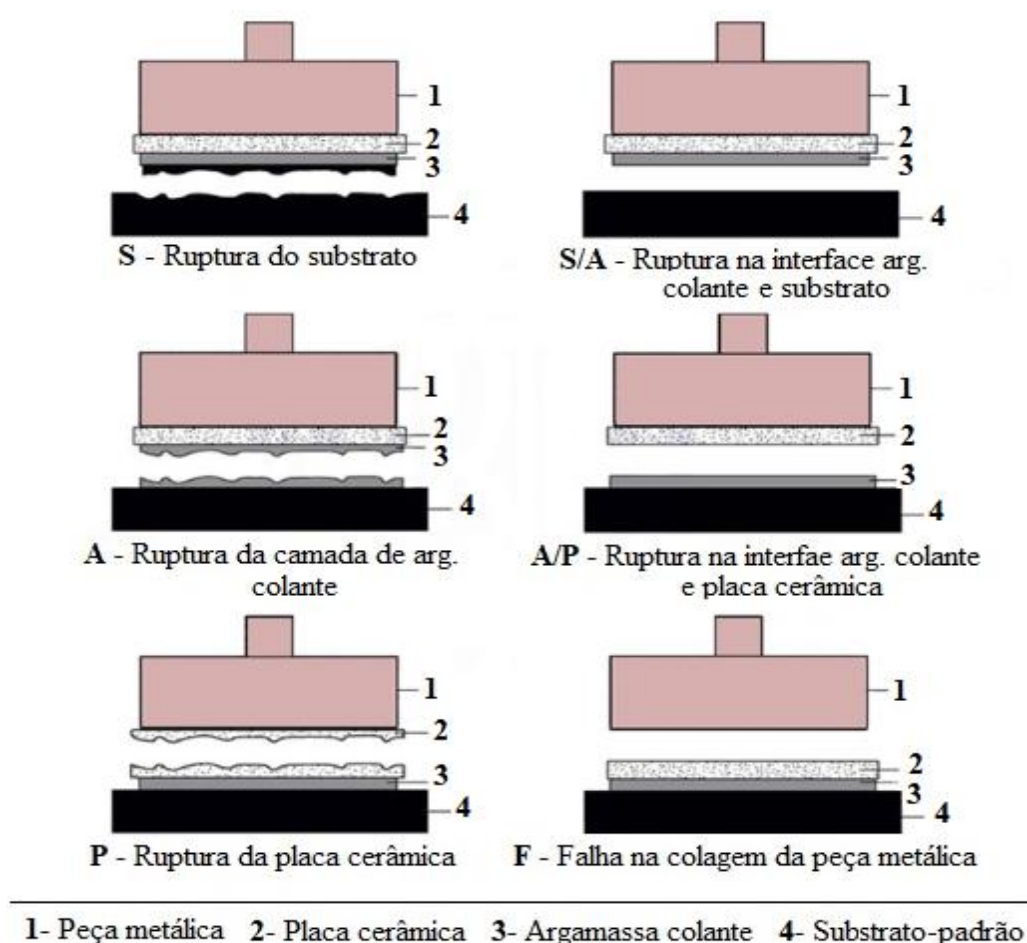


Figura 7 : Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração
Fonte: Adaptado da NBR 14081-4 (ABNT, 2012)

Após obter os resultados deve-se calcular a tensão de ruptura (ft) de cada placa cerâmica, através da equação a seguir:

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

Onde:

- ft : é a tensão de ruptura, arredondada à segunda decimal, expressa em megapascals (MPa);
- T : é a força de ruptura, expressa em newtons (N);
- A : é a área da placa cerâmica, considerada igual a 2500 mm², expressa em milímetros (mm).

Posteriormente faz-se o cálculo da tensão média de ruptura por tração das placas correspondentes a cada série assentada, sem arredondamentos e desconsiderando os resultados classificados com rupturas dos tipos S, P e F. Para resultados superiores a 0,30 MPa, é necessário descartar todos os resultados que se distanciarem mais de 20% da média; e para resultados inferiores a 0,30 MPa, é necessário descartar todos os resultados que se distanciarem mais de 0,06 MPa da média. Lembrando que os limites calculados para a realização dos descartes devem ser arredondados ao centésimo mais próximo.

Com os resultados restantes deve-se calcular a média final e arredondá-la ao décimo mais próximo. Restando cinco ou mais resultados, a média final é a tensão de ruptura do ensaio; mas se restarem menos de cinco resultados, é fundamental repetir apenas uma única vez o ensaio. Na repetição deve-se utilizar os mesmos critérios de descarte, tendo como resultado final um ensaio conclusivo ou não.

É importante destacar que a norma anteriormente citada apresenta também outras duas condições de cura as quais não foram mencionadas, sendo: cura com imersão em água e a cura com aquecimento em estufa.

2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA: REGRESSÃO LINEAR E CORRELAÇÃO

A estatística é uma parte da matemática aplicada que fornece métodos para a coleta, organização e a descrição de dados, sendo essa a estatística descritiva, e também para a análise e interpretação de dados, sendo essa a estatística indutiva ou inferencial, conforme define Crespo (2009). Nesse sentido, através da estatística é possível explicar a frequência da ocorrência de determinados eventos, assim como é possível conhecer os seus riscos e problemas.

Montgomery; Runger; Hubele (2012) afirmam que os métodos estatísticos são utilizados no auxílio do entendimento da variabilidade, uma vez que sucessivas observações de um sistema não produzem exatamente resultados iguais. Então, a estatística fornece a estrutura para descrever essa variabilidade e para indicar as fontes potenciais de variação que apresentam maior impacto no desempenho de processos.

Diante desse contexto, para o estudo da possível correlação entre duas variáveis realiza-se a análise de regressão linear, a qual apresenta os resultados por meio de um diagrama de dispersão (Figura 8). Nesse gráfico os dois valores das variáveis, do eixo vertical que representa os dados de resposta e do eixo horizontal que representa a causa atribuída (preditor, hipótese), são evidenciados por um ponto (LOPES, 1999). Nessa lógica, ao examinar o conjunto de pontos, obtém-se uma impressão visual do grau a que as variáveis se relacionam mutuamente. O resultado de tal análise é chamado de coeficiente de correlação (R^2), sendo dado pela razão entre a soma de quadrados da regressão e a soma de quadrados total. Quando R^2 resultar em um número maior que 0,80, indica a existência de uma correlação entre o preditor e a resposta, consequentemente, quanto mais próximo de 1,00 for o valor, mais forte é a correlação. Através da reta de regressão também é possível descrever como uma variável de resposta muda quando a variável atribuída é alterada (MOORE, 2011).

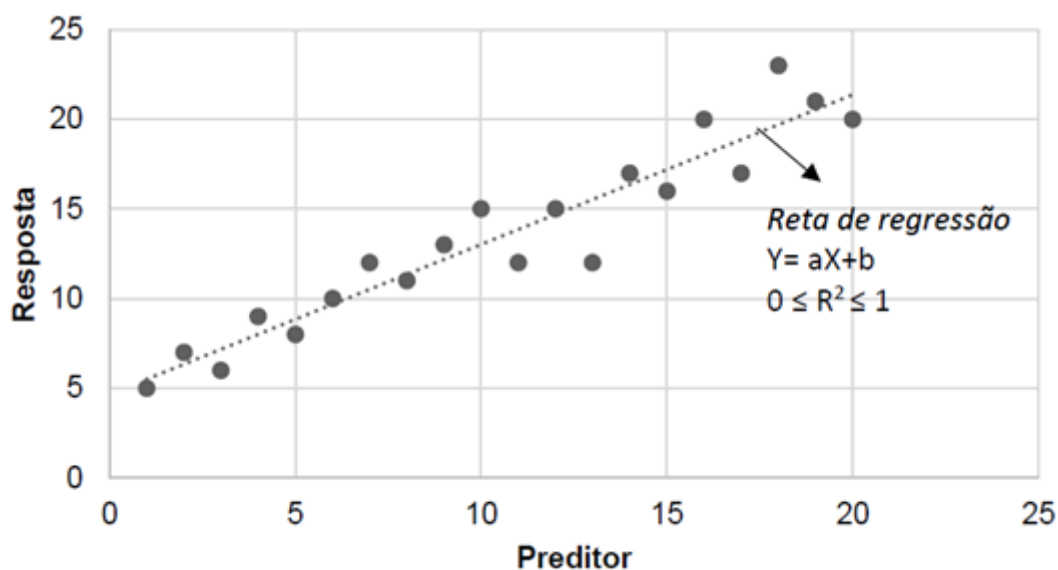


Figura 8: Modelo de regressão linear
Fonte: Adaptado de Moore (2011)

A análise dos resultados obtidos nos ensaios da determinação da resistência de aderência à tração deste trabalho baseia-se no método estatístico aqui apresentado, sendo abordada no capítulo 4.

3. PROGRAMA EXPERIMENTAL

Com o intuito de atender os objetivos específicos expostos neste trabalho, desenvolveu-se um planejamento experimental baseado na infraestrutura laboratorial disponível para a realização do programa experimental deste estudo. Neste item serão descritos os materiais e métodos de execução utilizados, assim como o ensaio de determinação da resistência de aderência à tração proposto.

3.1. PLANEJAMENTO DO PROGRAMA EXPERIMENTAL

Com o propósito de analisar a influência na aderência de revestimentos cerâmicos com a utilização de argamassa impermeabilizante, foram empregados no programa experimental três diferentes tamanhos de placas, sendo: 5x5 cm; 30x30 cm; e 60x60 cm. Diante disso, para a realização do ensaio de determinação da resistência de aderência à tração fez-se necessário executar três paredes testes com blocos de alvenaria convencional e área de aproximadamente 100 cm², as quais foram definidas para simular o comportamento das paredes revestidas. Essas receberam as camadas do sistema de revestimento nas suas duas faces, sendo que cada parede teste possui um tamanho de placa cerâmica. Já a argamassa impermeabilizante é aplicada em apenas uma face de cada amostra. O esquema do planejamento experimental está demonstrado na Figura 9 a seguir.

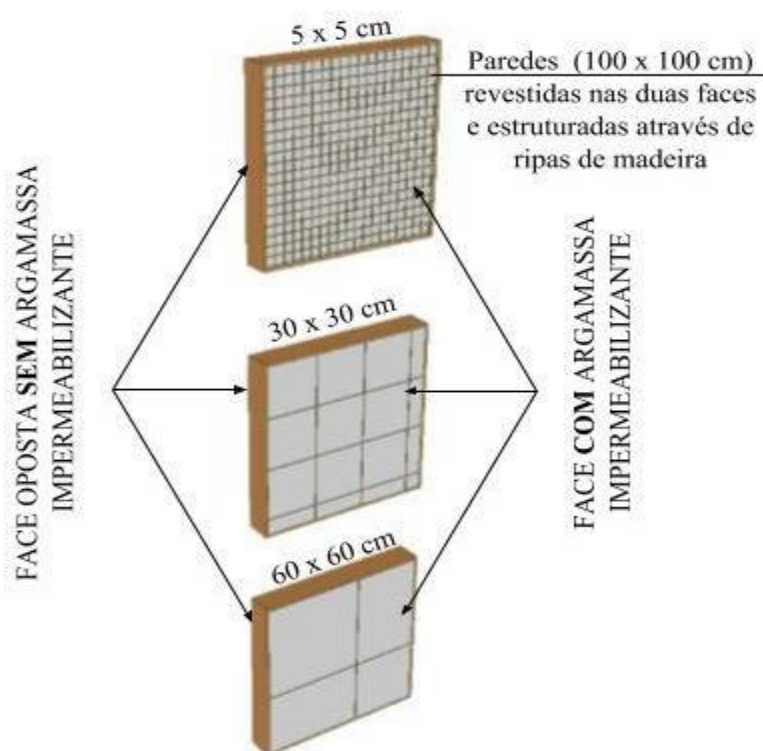


Figura 9: Esquema do planejamento experimental
Fonte: Autora (2018)

3.1.1. Especificação dos Materiais

Nos tópicos a seguir serão brevemente apresentados os materiais utilizados na execução do programa experimental proposto neste trabalho.

3.1.1.1. Blocos cerâmicos

Os blocos cerâmicos empregados neste trabalho experimental foram vazados de vedação, logo sem função estrutural. A Tabela a seguir apresenta os aspectos dos blocos.

Classificação	Dimensões nominais (largura x altura x comprimento)	Geometria
Bloco cerâmico de vedação com acabamento frisado	9x19x19 cm	

Tabela 7: Classificação do bloco cerâmico utilizado na pesquisa
Fonte: Autora (2018)

No recebimento das peças cerâmicas fez-se a inspeção visual, constatando que os blocos estavam de acordo com os requisitos prescritos pela NBR 15270-1 a 2 (ABNT, 2017), não apresentando defeitos sistemáticos, como quebras, superfícies irregulares ou deformações.

3.1.1.2. Argamassas de assentamento e revestimento

Para o assentamento dos blocos cerâmicos e para a execução da camada única de revestimento utilizou-se a argamassa industrializada “Votomassa – Massa Pronta”, visto que, de acordo com a recomendação do

fabricante (Votorantim), seu uso é indicado para tais aplicações. Diante desse contexto, o produto é caracterizado como uma mistura homogênea de cimento *Portland*, agregados minerais com granulometria controlada e com aditivos químicos, os quais proporcionam altas aderência e trabalhabilidade. Aliado a isso, a argamassa industrializada atende os requisitos dispostos nas normas: NBR 13281 (ABNT, 2005), NBR 13528 (ABNT, 2010), NBR 13749 (ABNT, 2013) e NBR 15258 (ABNT, 2005).

É válido destacar ainda que o tempo máximo de utilização, de acordo com o fabricante, é de 2 horas contadas a partir do início da mistura, sendo que não deve ser feita a adição de água ou de qualquer outro produto durante este período. Após o prazo, a argamassa deve ser descartada.

Por fim, com relação à argamassa de chapisco, utilizou-se uma mistura preparada no local com traço 1:3 de cimento e areia grossa, de maneira que a água foi adicionada até a massa apresentar uma consistência fluida.

3.1.1.3. Argamassa impermeabilizante

A argamassa impermeabilizante utilizada foi a “Argapplus – 1K” da Argapron, a qual é definida como um revestimento cimentício semi-flexível e impermeável que é utilizado em áreas sujeitas a umidade superficial e pressão hidrostática (negativa ou positiva), seja em superfícies de concreto, de alvenaria ou de argamassa. Caracteriza-se por ser um produto monocomponente, sendo uma mistura mineral à base de: cimento; polímeros; areias classificadas; e aditivos especiais que garantem melhor aderência, trabalhabilidade, resistência mecânica e resistência à tração, compressão e flexão.

Por ser um produto impermeabilizante e que não altera a potabilidade da água, além de ser aplicado em revestimentos de paredes, subsolos, muros de

arrimo, baldrame e fundações em geral, esse pode ser aplicado em reservatórios enterrados e de água potável, cisternas, piscinas, jardineiras e banheiros.

3.1.1.4. Argamassa colante

Para o assentamento do revestimento cerâmico utilizou-se a argamassa “Cimentcola Flexível Quartzolite” (fabricante: Weber), sendo indicada para aplicação de placas cerâmicas de até 60x60 cm em áreas internas e externas assim como para outros usos, como: piscinas aquecidas ou não, saunas, pisos aquecidos, etc. Essa argamassa é classificada como ACIII, segundo a NBR 14081-1 (ABNT, 2012), e através da Tabela abaixo é possível verificar as propriedades e características dessa.

Desempenho de aderência em cura normal	$\geq 1,0$ MPa
Desempenho de aderência em cura submersa	$\geq 1,0$ MPa
Desempenho de aderência em cura em estufa	$\geq 1,0$ MPa
Tempo em aberto	≥ 20 minutos

Tabela 8: Propriedades e características da argamassa colante utilizada

Fonte: Weber (2017)

3.1.1.5. Placas cerâmicas

Os revestimentos cerâmicos selecionados pertencem ao grupo de absorção BIIa e estão indicados na Tabela a seguir.

Revestimento	5x5 cm	30x30 cm	60x60 cm
Marca	Jatobá	Cecrisa	Cecrisa
Linha	Jatobá Clássica	Metrópole Bold	Metrópole
Uso indicado	Fachada, parede, piscina e piso	Fachada, parede, piscina e piso	Fachada, parede, piscina e piso
Junta mínima	2mm	3 mm	2 mm
PEI – Resistência à abrasão	PEI 4	PEI 5	PEI 5

Tabela 9: Revestimentos cerâmicos utilizados
Fonte: Autora (2018)

3.1.1.6. Argamassa de rejuntamento

Para o rejuntamento utilizou-se o “Rejuntamento Flexível Quartzolite” (fabricante: Weber), sendo um produto cimentício colorido tipo II, conforme a NBR 14992 (ABNT, 2003), e indicado para placas cerâmicas em diversas situações, como em paredes internas, externas e de fachadas. Nesse sentido, há na sua composição: cimento *Portland* (cinza ou branco), agregados minerais, pigmentos inorgânicos, polímeros e aditivos químicos. Já as propriedades e características desse produto são indicadas na Tabela abaixo.

Retenção de água	≤ 65 mm
Variação dimensional	-2,00 a 2,00 mm/m
Resistência à compressão	≥ 10 MPa
Resistência à flexão	≥ 3 MPa
Absorção de água por capilaridade	$\leq 0,3$ g/cm ²
Permeabilidade	$\leq 1,0$ cm ³

Tabela 10: Propriedades e características do produto para rejuntamento utilizado
Fonte: Weber (2015)

3.1.1. Execução das Paredes

Com base na revisão bibliográfica elaborada e nas normas citadas nesse item, este tópico aborda com mais detalhes a construção das paredes testes. Ainda nesse sentido, é importante destacar que as paredes permaneceram abrigadas das intempéries e das maiores variações de temperatura e umidade.

Inicialmente fez-se o preparo das molduras de madeira para estruturar as três paredes testes, com o corte das ripas e a montagem dos caixilhos, para posterior verificação do prumo e a realização da limpeza (Figura 10). Após essa etapa iniciou-se o preparo, em quantidade adequada para a utilização, da argamassa industrializada para assentamento de blocos de alvenaria. Sendo assim, em recipiente limpo e estanque, foi adicionada a proporção de 3 litros de água potável para 20 kg de argamassa, conforme indicado pelo fabricante, de modo que obteve-se uma massa homogênea com consistência plástica adequada para suportar o peso dos blocos de vedação, e consequentemente mantê-los na disposição de assentamento (Figura 11).



Figura 10: Preparo das molduras de madeira e verificação do prumo
Fonte: Autora (2017)



Figura 11: Preparo da argamassa industrializada para assentamento de blocos de alvenaria
Fonte: Autora (2017)

Após esse procedimento, com o auxílio de uma colher de pedreiro, aplicou-se uma camada de argamassa sobre a base da moldura de madeira para posterior assentamento dos blocos com os furos no sentido transversal ao plano da parede, conforme indicado na NBR 8545 (ABNT, 1984), sendo que as suas juntas de assentamento foram de aproximadamente 18 mm, sem a presença de vazios, de acordo com a indicação do fabricante da argamassa (Figura 12). Para que os alinhamentos dos blocos fossem ajustados, utilizou-se um martelo de borracha e, após a conclusão do assentamento, para que fosse realizado acabamento final da base com a retirada do excesso de argamassa nas faces das paredes, utilizou-se uma colher de pedreiro.



Figura 12: Assentamento dos blocos cerâmicos de vedação
Fonte: Autora (2017)

Decorridos 14 dias (idade mínima) e verificadas às exigências de planeza, prumo e nivelamento, fez-se a análise das condições das bases para então realizar a limpeza das mesmas, conforme a NBR 7200 (ABNT, 1998), deixando-as isentas de pó, materiais soltos e quaisquer outras incrustações que pudessem prejudicar a aderência das camadas seguintes de revestimento. Após o período de limpeza foi necessário aguardar a completa secagem das bases para prosseguir com a camada seguinte. A próxima etapa consistiu no preparo da argamassa de chapisco convencional de traço 1:3 de cimento *Portland* e areia grossa úmida, resultando em uma mistura de consistência fluida. A sua aplicação foi realizada manualmente por lançamento nas duas faces de cada parede teste, de maneira que as bases não foram completamente cobertas (Figura 13).



Figura 13: Preparo e aplicação da argamassa de chapisco
Fonte: Autora (2017)

Nessa sequência, depois da idade mínima de 3 dias do chapisco finalizado, fez-se o preparo, em quantidade adequada para a utilização, da argamassa industrializada para o revestimento das paredes, o qual já foi abordado anteriormente. Sendo assim, a camada única foi aplicada manualmente por lançamento com auxílio da colher de pedreiro e, após o completo preenchimento da área desejada e da argamassa ter adquirido consistência adequada, fez-se a retirada do excesso da mesma e também a regularização da superfície através da passagem da régua metálica (Figura 14). Em seguida, os vazios existentes foram preenchidos pontualmente mediante novos lançamentos de argamassa para posterior sarrafeamento e desempeno, até resultar em uma superfície plana e homogênea (Figura 15). É importante destacar que a espessura da camada única ficou de aproximadamente 2 cm, de acordo a NBR 13749 (ABNT, 2013) e a sugestão do fabricante.



Figura 14: Preparo, aplicação e sarrafeamento da argamassa industrializada (camada única)
Fonte: Autora (2017)



Figura 15: Desempeno da camada única de revestimento – superfícies planas e homogêneas
Fonte: Autora (2017)

Após essas etapas, esperou-se a idade mínima de 21 dias para iniciar a limpeza das faces e o preparo da argamassa impermeabilizante. Sendo assim, em recipiente limpo adicionou-se o componente em pó (Argaplast - 1K) e em seguida a água, respeitando a proporção de 25 kg de argamassa impermeabilizante para 1

litro de água, e durante cinco minutos fez-se manualmente a mistura do produto garantindo a completa homogeneização (Figura 16). Logo após, com o substrato umedecido, realizou-se a aplicação da mistura em apenas uma face de cada parede teste através do auxílio de desempenadeira. Foram executadas três demãos em sentido cruzado à demão anterior, respeitando o intervalo de 4 a 8 horas entre camadas, conforme orientação do fabricante (Figura 17).



Figura 16: Preparo da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)



Figura 17: Aplicação das camadas de argamassa impermeabilizante em sentido cruzado
Fonte: Autora (2017)



Figura 18: Argamassa impermeabilizante aplicada em apenas uma face de cada parede teste
Fonte: Autora (2017)

Depois de 5 dias da aplicação da última camada de argamassa impermeabilizante e da limpeza das superfícies das paredes e do tardo dos revestimentos cerâmicos, realizou-se o preparo da argamassa colante. Dessa forma, em recipiente limpo fez-se a adição do componente em pó e da água, seguindo as proporções indicadas pelo fabricante do produto, resultando em uma mistura pastosa, firme e sem grumos. Passados 15 minutos do preparo da argamassa colante, fez-se a remistura do produto para posterior aplicação nas faces das paredes com o lado liso da desempenadeira, formando uma camada uniforme de aproximadamente 6 mm de espessura (Figura 19). Em seguida, fez-se a aplicação do lado denteado da desempenadeira, formando sulcos e cordões sobre a base em ângulos de 60°, de modo que o subsequente nivelamento e fixação das placas cerâmicas fosse facilitado (Figura 19). É importante destacar que, conforme disposto no boletim técnico do fabricante, para os revestimentos cerâmicos de tamanhos 30x30 cm e 60x60 cm, utilizou-se a desempenadeira denteada 8x8x8 cm e fez-se a aplicação de argamassa colante no substrato da parede e também no verso da placa (Figura 20). Já para o revestimento cerâmico

5x5 cm, utilizou-se a desempenadeira denteada 6x6x6 cm e fez-se a aplicação de argamassa colante apenas no substrato da parede.



Figura 19: Preparo e aplicação da argamassa colante
Fonte: Autora (2017)



Figura 20: Aplicação da argamassa colante no tardo dos revestimentos - 30x30 cm e 60x60 cm
Fonte: Autora (2017)

Após todo esse processo, as placas cerâmicas foram aplicadas de baixo para cima sobre os cordões de argamassa, sendo pressionadas sobre o substrato e, em seguida, com o auxílio de um martelo de borracha, fez-se a percussão para que os cordões de argamassa se desfizessem totalmente, de modo

que o tardoiz permanecesse completamente impregnado pela argamassa (Figura 21). Ainda nesse contexto, é importante salientar que as placas cerâmicas de tamanho 5x5 cm foram aplicadas ligeiramente fora de posição, para que pudessem ser pressionadas e arrastadas perpendicularmente aos cordões até as posições finais, aplicando assim vibrações manuais até que a argamassa fluísse pelas bordas das placas cerâmicas, sinalizando a boa acomodação das mesmas.

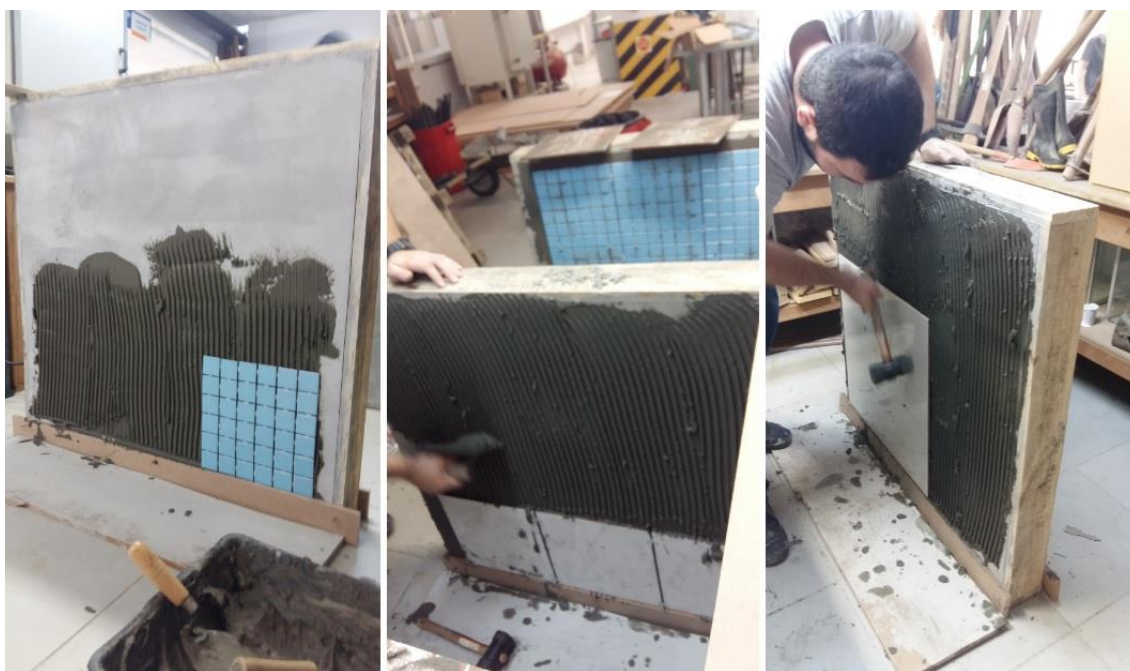


Figura 21: Aplicação dos revestimentos cerâmicos nos cordões de argamassa colante
Fonte: Autora (2017)

Como uma forma de verificação da aderência dos revestimentos cerâmicos, seguiu-se a instrução do fabricante e fez-se a remoção aleatória de algumas placas cerâmicas imediatamente após o assentamento, podendo assim observar o tardoiz totalmente impregnado pela pasta de argamassa colante. Nesse sentido, deve-se evidenciar que ao assentar o revestimento cerâmico deixou-se espaçamento entre as placas (juntas de assentamento) para que, de acordo com NBR 13755 (ABNT, 1996), esse tenha as funções de: compensar a variação de bitola das placas cerâmicas, facilitando o alinhamento; atender as exigências estéticas; oferecer relativo poder de acomodação às movimentações da face e da

placa cerâmica; facilitar o perfeito preenchimento, garantindo a completa vedação da junta; e facilitar a troca de placas cerâmicas (Figura 22). Então, conforme a orientação dos fabricantes dos revestimentos cerâmicos, para as placas de 5x5 cm e 60x60 cm utilizou-se 2 mm de junta e para as placas de 30x30 cm utilizou-se 3 mm de junta.



Figura 22: Aplicação finalizada dos revestimentos cerâmicos nas paredes testes
Fonte: Autora (2017)

Para finalizar, após o período mínimo de 3 dias do assentamento dos revestimentos e da remoção do excesso de argamassa colante, fez-se a limpeza das juntas de assentamento e o preparo da argamassa de rejuntamento. Dessa maneira, em recipiente limpo realizou-se a mistura do componente em pó e da água limpa, seguindo a proporção indicada pelo fabricante (5 kg do produto para cada 1,4 litros de água), até que a mistura obtivesse uma consistência pastosa, firme e sem grumos secos (Figura 23). Para o revestimento cerâmico de tamanho 5x5 cm fez-se a pré-molhagem das juntas para posterior aplicação do rejuntamento, já para os revestimentos de tamanhos 30x30 cm e 60x60 cm, as juntas foram mantidas secas. Após 15 minutos do preparo do rejuntamento, fez-se a remistura do produto para posterior aplicação em excesso nas juntas, através de uma espátula emborrachada e de movimentos contínuos diagonalmente às juntas, de maneira que essas estivessem completamente preenchidas (Figura 23). Após total preenchimento, fez-se a remoção do excesso de argamassa sobre o revestimento. Depois desses procedimentos, passados 15 a 40 minutos, fez-se o acabamento frisado das juntas para posterior limpeza dos revestimentos com o uso de um pano seco de algodão (Figura 24).



Figura 23: Preparo e aplicação da argamassa de rejuntamento
Fonte: Autora (2017)



Figura 24: Realização do acabamento do rejunte e da limpeza das paredes testes
Fonte: Autora (2017)

3.1.1. Determinação da Resistência de Aderência à Tração

Para a realização da determinação da resistência de aderência à tração tem-se como base a metodologia apresentada na NBR 14081-4 (ABNT, 2012).

3.1.1.1. Execução do ensaio

Para a realização do ensaio de determinação da resistência de aderência à tração, foram preparados inicialmente 6 corpos de prova para cada face das paredes testes, correspondendo assim a 6 pastilhas metálicas (com seção quadrada com 50 ± 1 mm de aresta) coladas na superfície do revestimento. Dessa forma, o procedimento da execução do ensaio foi realizado em três etapas: corte e limpeza dos corpos de prova, colagem das pastilhas e verificação da tensão de ruptura.

Então, nesse sentido, após 28 dias da finalização das paredes testes, foram realizados os cortes dos corpos de prova perpendicularmente ao plano da

parede com o auxílio de ferramenta específica, a serra mármore, até atingir a face da alvenaria. Para que os corpos de prova possuísem um distanciamento adequado entre eles e às bordas das paredes, fez-se previamente a marcação onde seriam realizados os cortes (Figura 25). É válido destacar que, em virtude da possível necessidade de realizar o ensaio duas vezes, foram executados cortes para 12 corpos de prova em cada face das paredes testes.



Figura 25: Marcação e realização dos cortes dos corpos de prova
Fonte: Autora (2017)

Posterior a realização dos cortes, fez-se a limpeza das faces das paredes, de maneira que as peças cerâmicas permanecessem isentas de qualquer tipo de resíduo que pudesse influenciar de modo negativo a aderência das pastilhas metálicas (Figura 26). Nesse sentido, 72 horas antes da realização do ensaio, fez-se a colagem das pastilhas com dispositivo para acoplamento do equipamento de tração através de adesivo instantâneo à base de cianoacrilato (Figura 27).



Figura 26: Limpeza das faces das paredes após a realização dos cortes dos corpos de prova
Fonte: Autora (2017)



Figura 27: Colagem das peças metálicas com a utilização de adesivo instantâneo
Fonte: Autora (2017)

Através das Figuras 28 e 29 a seguir é possível verificar as camadas do sistema de revestimento cerâmico e a ilustração do corte e colagem da pastilha metálica para a realização do ensaio de determinação da resistência de aderência à tração.

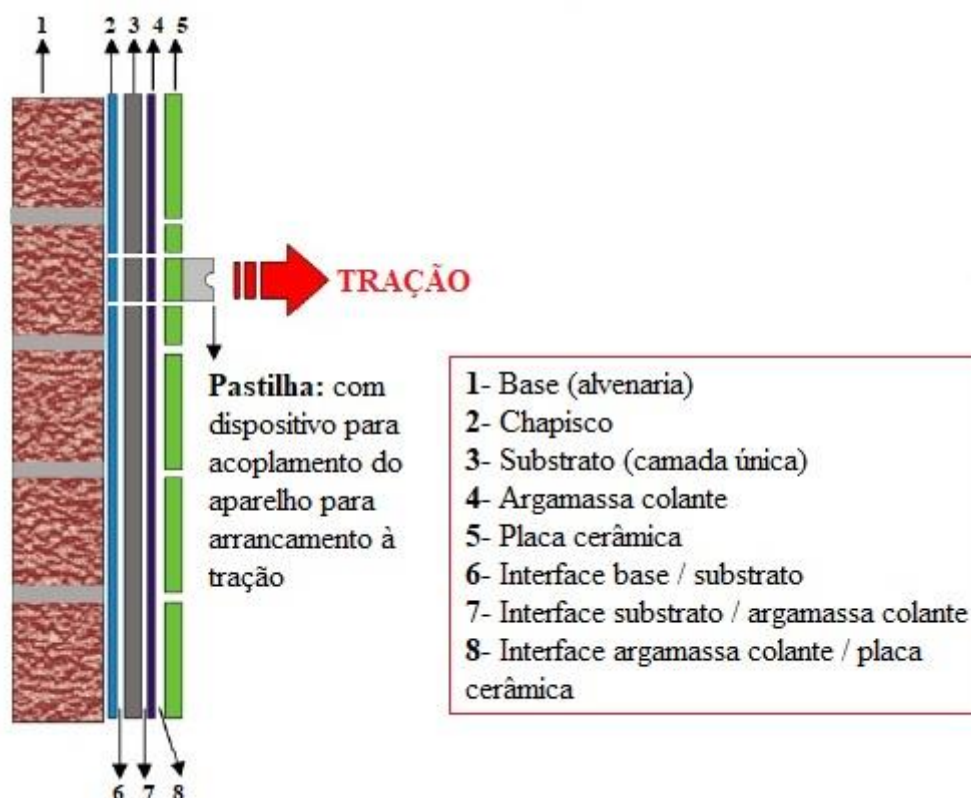


Figura 28: Esquema do ensaio de aderência à tração – parede sem argamassa impermeabilizante
Fonte: Adaptado de Silveira (2014)

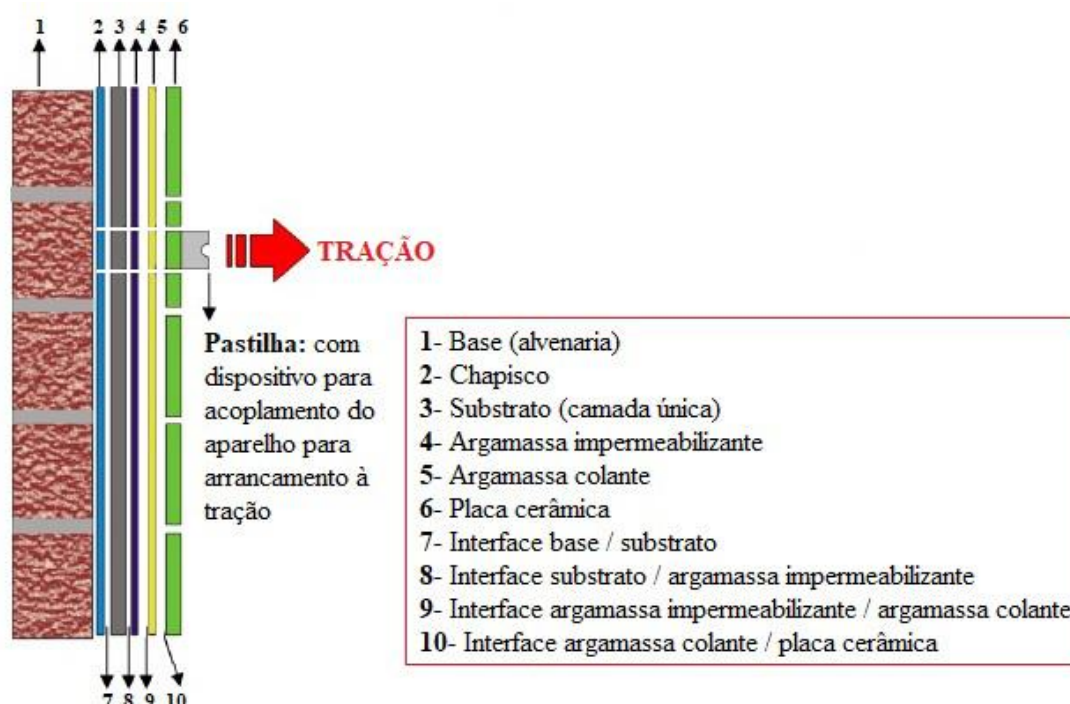


Figura 29: Esquema do ensaio de aderência à tração – parede com argamassa impermeabilizante
Fonte: Adaptado de Silveira (2014)

Passados os três dias da fixação da peças e da completa secagem do adesivo, iniciou-se o ensaio com a introdução do aparelho de arrancamento, o dinamômetro de tração, demonstrado na Figura 30, o qual permite uma velocidade de carregamento uniforme de 250 ± 50 N/s e possui dispositivo para leitura de carga. Ao fim do arrancamento dos corpos de prova, a forma de ruptura das amostras foi verificada e calculou-se a tensão de ruptura (f_t), em MPa, para cada corpo de prova através da fórmula apresentada no item 2.2.2. De acordo com a NBR 13754 (ABNT, 1996), após a cura de 28 dias da argamassa colante e consideradas 6 determinações da resistência de aderência, com relação aos revestimentos cerâmicos de paredes internas, pela menos 4 valores devem ser iguais ou superiores a 0,3 MPa. Sendo assim, o resultado final foi definido através da média de, no mínimo, 5 valores individuais com afastamento menor ou igual a 20% ou 0,06 MPa da média.



Figura 30: Dinamômetro portátil
Fonte: Autora (2017)

Após a obtenção dos resultados do primeiro ensaio, verificou-se a necessidade da realização do segundo, dessa maneira, as etapas de limpeza, colagem de pastilhas, arrancamento dos corpos de prova, leitura das cargas, anotação das formas de ruptura e cálculo das tensões de ruptura e das médias

finais foram novamente executadas. No capítulo a seguir serão apresentados os resultados e as análises desses ensaios.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os ensaios de resistência de aderência à tração foram realizados logo após os 28 dias do posicionamento das placas cerâmicas, sendo que houve a espera de 72 horas entre um ensaio e outro para que fosse possibilitada a completa secagem da cola das pastilhas metálicas. Diante dessa situação, conforme demonstrado no esquema abaixo, foram executados 12 arrancamentos para cada face de parede teste, totalizando 72 ensaios de resistência de aderência à tração.

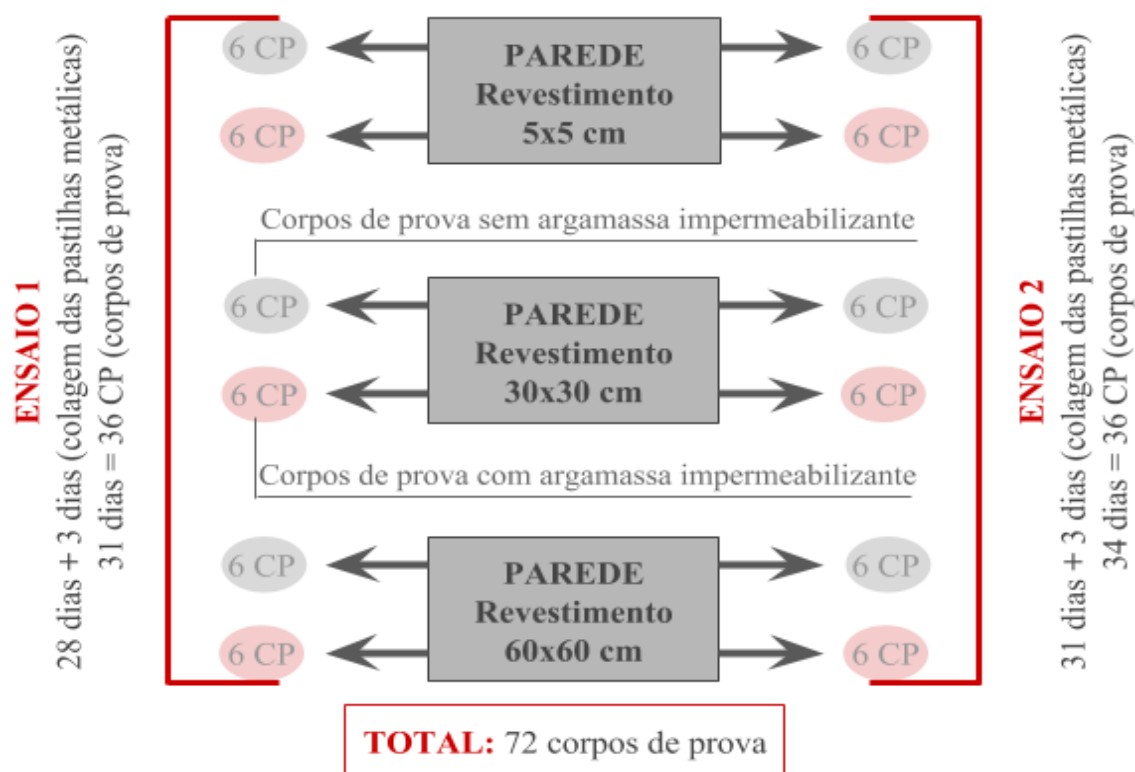


Figura 31: Detalhamento dos ensaios de determinação da resistência de aderência à tração
Fonte: Autora (2018)

Em resumo, as variáveis estudadas na avaliação da influência na aderência de revestimentos cerâmicos em substratos com a utilização de argamassa impermeabilizante foram: utilização e não utilização da argamassa impermeabilizante; e diferentes tamanhos de placas cerâmicas, sendo: 5x5 cm, 30x30 cm e 60x60 cm.

Diante disso, a seguir serão apresentados os resultados dos ensaios de determinação da resistência de aderência à tração nas três paredes testes executadas, sendo que utilizou-se a legenda abaixo para a classificação das formas de ruptura dos corpos de prova.

Falha na colagem da peça metálica	a
Ruptura da placa cerâmica	b
Ruptura na interface argamassa colante-placa cerâmica	c
Ruptura no interior da argamassa colante	d
Ruptura na interface argamassa colante-substrato	e
Ruptura no interior do substrato	f
Ruptura na interface substrato-base	g
Ruptura na interface argamassa colante-argamassa impermeabilizante	h
Ruptura no interior da argamassa impermeabilizante	i
Ruptura na interface argamassa impermeabilizante-substrato	j

Tabela 11: Legenda das formas de ruptura dos corpos de prova

Fonte: Autora (2018)

4.1. RESULTADOS OBTIDOS: 1º ENSAIO

Os resultados do primeiro ensaio de aderência realizado na parede teste com o revestimento cerâmico de dimensões 5x5 cm e sem o uso da argamassa impermeabilizante possibilitaram evidenciar a falha generalizada na aderência entre a placa cerâmica e a argamassa colante, conforme é possível observar através da Figura 32. Tal fato ocorreu devido a provável limpeza insuficiente do tardo das placas cerâmicas e/ou devido a presença do adesivo que une os revestimentos de 5x5 cm em peças maiores com 36 placas, realizado

pelo fabricante do produto. Diante desses aspectos e das tensões obtidas (Tabela 12), o ensaio nesta face da parede teste caracterizou-se como não conclusivo.



Figura 32: Ensaio 1 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

ENSAIO 1 – NBR 14081-4 (ABNT, 2012)															
Revestimento 5x5 cm – sem argamassa impermeabilizante															
Velocidade de carga = 250 ± 50 N/s															
Seção dos CP's (corpos de prova) = 2500 mm²															
CP	Carga (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. de Variação (%)	Forma de ruptura									
						a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
1	1920	0,77	0,20	0,26	130						x				
2	480	0,19							x						
3	370	0,15							x						
4	830	0,33							x						
5	320	0,13							x						
6	520	0,21											x		
Média Final (MPa)					0,2										
Número de corpos de prova aceitos					3										

Tabela 12: Ensaio 1 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

Já com relação aos resultados do primeiro ensaio de aderência realizado na parede teste com o revestimento cerâmico de dimensões 5x5 cm e com o uso da argamassa impermeabilizante verificou-se, diferentemente da face anterior, uma única forma de ruptura para todos os corpos de prova, sendo essa na região do chapisco (interface substrato-base), de acordo com a Figura 33. Inclusive foi possível evidenciar em um dos corpos de prova a presença de um pedaço do bloco cerâmico utilizado na base. Nesse contexto, apesar das características citadas, não obteve-se o valor mínimo de 0,3 MPa para, pelo menos, 4 amostras, conforme citado no tópico 3.1.1.1, fazendo assim com que o ensaio não tenha sido validado (Tabela 13).



Figura 33: Ensaio 1 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm com o uso da argamassa impermeabilizante

Fonte: Autora (2017)

ENSAIO 1 – NBR 14081-4 (ABNT, 2012)															
Revestimento 5x5 cm – com argamassa impermeabilizante															
Velocidade de carga = 250 ± 50 N/s															
Seção dos CP's (corpos de prova) = 2500 mm²															
CP	Carga (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. de Variação (%)	Forma de ruptura									
						a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
1	710	0,28	0,23	0,10	43,48							x			
2	270	0,11										x			
3	750	0,30										x			
4	880	0,35										x			
5	590	0,24										x			
6	220	0,09										x			
Média Final (MPa)					0,3										
Número de corpos de prova aceitos					2										

Tabela 13: Ensaio 1 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm com o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

Para a parede teste com o revestimento cerâmico de dimensões 30x30 cm e sem o uso da argamassa impermeabilizante foram constatadas 5 rupturas na região do chapisco, de acordo com a Figura 34, sendo que todas essas apresentaram tensões elevadas, resultando em uma média final da resistência de aderência à tração de 0,6 MPa. Diante disso, o ensaio foi caracterizado como conclusivo (Tabela 14). Nesse sentido para a face da parede teste com revestimento cerâmico de dimensões 30x30 cm e com o uso da argamassa impermeabilizante verificou-se a prevalência de rupturas na interface substrato-base, sendo que um corpo de prova apresentou ruptura quase que total no bloco cerâmico (Figura 35). Entretanto, apesar dos resultados atenderem o limite mínimo de tensão em pelo menos 4 amostras, não definiu-se como conclusivo, visto que há resultados que estão distantes mais de 20% da média da tensão de ruptura (Tabela 15).



Figura 34: Ensaio 1 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante

Fonte: Autora (2017)

ENSAIO 1 – NBR 14081-4 (ABNT, 2012)															
Revestimento 30x30 cm – sem argamassa impermeabilizante															
Velocidade de carga = 250 ± 50 N/s															
Seção dos CP's (corpos de prova) = 2500 mm²															
CP	Carga (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. de Variação (%)	Forma de ruptura									
						a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
1	1260	0,50	0,64	0,23	41,82							x			
2	1810	0,72										x			
3	1500	0,60										x			
4	330	0,13				x									
5	1480	0,59										x			
6	1930	0,77										x			
Média Final (MPa)					0,6										
Número de corpos de prova aceitos					5										

Tabela 14: Ensaio 1 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante

Fonte: Autora (2017)



Figura 35: Ensaio 1 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm com o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

ENSAIO 1 – NBR 14081-4 (ABNT, 2012)																
Revestimento 30x30 cm – com argamassa impermeabilizante																
Velocidade de carga = 250 ± 50 N/s																
Seção dos CP's (corpos de prova) = 2500 mm²																
CP	Carga (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. de Variação (%)	Forma de ruptura										
						a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	
1	780	0,31	0,34	0,08	24,24							x				
2	670	0,27										x				
3	750	0,30				x										
4	600	0,24										x				
5	1070	0,43										x				
6	1090	0,44										x				
Média Final (MPa)					0,4											
Número de corpos de prova aceitos					2											

Tabela 15: Ensaio 1 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm com o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

Tratando-se dos resultados do primeiro ensaio de aderência realizado na parede teste com o revestimento cerâmico de dimensões 60x60 cm e sem o uso da argamassa impermeabilizante foi possível notar novamente o rompimento de 5 corpos de prova na região do chapisco (Figura 36), sendo que alguns apresentam pedaços dos blocos cerâmicos. Apenas em 1 corpo de prova foi detectada a falha de aderência na interface placa cerâmica-argamassa colante, sendo essa caracterizada pela presença dos cordões de argamassa no tardo da placa, os quais deveriam ter sido totalmente desfeitos durante a aplicação do revestimento cerâmico. Nesse sentido, conforme pode ser visto na Tabela a seguir, os valores obtidos estão quase que na sua totalidade acima de 0,3 MPa, porém alguns deles estão distantes mais de 20% da média da tensão de ruptura, fazendo com que o ensaio não seja designado como conclusivo.



Figura 36: Ensaio 1 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

ENSAIO 1 – NBR 14081-4 (ABNT, 2012)															
Revestimento 60x60 cm – sem argamassa impermeabilizante															
Velocidade de carga = 250 ± 50 N/s															
Seção dos CP's (corpos de prova) = 2500 mm²															
CP	Carga (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. de Variação (%)	Forma de ruptura									
						a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
1	830	0,33	0,42	0,20	47,62							x			
2	140	0,06						x							
3	940	0,38									x				
4	1470	0,59									x				
5	1460	0,58									x				
6	1480	0,59									x				
Média Final (MPa)					0,4										
Número de corpos de prova aceitos					1										

Tabela 16: Ensaio 1 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

Por fim, com relação aos resultados do primeiro ensaio de aderência realizado na parede teste com o revestimento cerâmico de dimensões 60x60 cm e com o uso da argamassa impermeabilizante obteve-se apenas 1 ruptura na interface argamassa impermeabilizante-substrato, sendo que esse corpo de prova possuiu alta resistência de aderência, em concordância com a Figura 37 e a Tabela 17. Já as outras 4 formas de rupturas existentes foram na região do chapisco, apresentando também elevadas tensões. No entanto, apesar desses resultados, novamente o ensaio não foi caracterizado como conclusivo, visto que alguns deles estão distantes mais de 20% da média da tensão de ruptura.



Figura 37: Ensaio 1 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm com o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

ENSAIO 1 – NBR 14081-4 (ABNT, 2012)																	
Revestimento 60x60 cm – com argamassa impermeabilizante																	
Velocidade de carga = 250 ± 50 N/s																	
Seção dos CP's (corpos de prova) = 2500 mm²																	
CP	Carga (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. de Variação (%)	Forma de ruptura											
						a	b	c	d	e	f	g	h	i	j		
1	470	0,19	0,73	0,24	37,5	x											
2	1900	0,76															x
3	1950	0,78										x					
4	1390	0,56										x					
5	2170	0,87										x					
6	1700	0,68										x					
Média Final (MPa)					0,8												
Número de corpos de prova aceitos					4												

Tabela 17: Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm com o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

4.2. RESULTADOS OBTIDOS: 2º ENSAIO

Os resultados do segundo ensaio de aderência realizado na parede teste com o revestimento cerâmico de dimensões 5x5 cm e sem o uso da argamassa impermeabilizante possibilitaram evidenciar que, assim como no primeiro ensaio, houve a falha generalizada na aderência entre a placa cerâmica e a argamassa colante, conforme é possível observar através da Figura 38. Aliado a isso, 50% dos corpos de prova obtiveram ruptura na interface substrato-base, entretanto o ensaio não foi validado devido a insuficiência de resultados aceitos pela NBR 14081-4 (ABNT, 2012) (Tabela 18). Já com relação aos resultados para a parede teste com o revestimento cerâmico de dimensões 5x5 cm e com o uso da argamassa impermeabilizante verificou-se que 5 dos 6 corpos de prova obtiveram rompimento na região do chapisco (Figura 39), porém sendo todos de baixa tensão de ruptura (abaixo de 0,3 MPa). Apenas um corpo de prova demonstrou falha na interface placa cerâmica-argamassa colante. Diante desses aspectos o ensaio foi considerado como não conclusivo. Através da Tabela 19 é possível observar as informações obtidas no ensaio, assim como a insuficiente média final da resistência de aderência.



Figura 38: Ensaio 2 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante

Fonte: Autora (2017)

ENSAIO 2 – NBR 14081-4 (ABNT, 2012)															
Revestimento 5x5 cm – sem argamassa impermeabilizante															
Velocidade de carga = 250 ± 50 N/s															
Seção dos CP's (corpos de prova) = 2500 mm²															
CP	Carga (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. de Variação (%)	Forma de ruptura									
						a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
1	1110	0,44	0,33	0,11	33,33							x			
2	900	0,36										x			
3	1110	0,44						x							
4	910	0,36						x							
5	450	0,18						x							
6	500	0,20											x		
Média Final (MPa)					0,4										
Número de corpos de prova aceitos					2										

Tabela 18: Ensaio 2 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)



Figura 39: Ensaio 2 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm com o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

ENSAIO 2 – NBR 14081-4 (ABNT, 2012)															
Revestimento 5x5 cm – com argamassa impermeabilizante															
Velocidade de carga = 250 ± 50 N/s															
Seção dos CP's (corpos de prova) = 2500 mm²															
CP	Carga (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. de Variação (%)	Forma de ruptura									
						a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
1	320	0,28	0,22	0,03	13,64							x			
2	520	0,21										x			
3	500	0,20										x			
4	450	0,18						x							
5	550	0,22										x			
6	500	0,20										x			
Média Final (MPa)					0,2										
Número de corpos de prova aceitos					5										

Tabela 19: Ensaio 2 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 5x5 cm com o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

Para a parede teste com o revestimento cerâmico de dimensões 30x30 cm e sem o uso da argamassa impermeabilizante foram constatadas todas as rupturas na região do chapisco, de acordo com a Figura 40, sendo que todas essas apresentaram tensões elevadas, resultando em uma média final da resistência de aderência à tração de 0,7 MPa. Aliado a isso, pode-se constatar a homogeneidade dos resultados através do baixo coeficiente de variação (Tabela 20). Diante dessas questões, o ensaio foi caracterizado como conclusivo tendo todos os corpos de prova validados. Ainda nesse contexto para a face da parede teste com revestimento cerâmico de dimensões 30x30 cm e com o uso da argamassa impermeabilizante verificou-se também todas as rupturas na interface substrato-base, sendo que algumas rupturas apresentaram ainda pedaços aderidos dos blocos cerâmicos (Figura 41). Entretanto, apesar dos resultados atenderem o limite mínimo de tensão em pelo menos 4 amostras, o ensaio não foi definido como conclusivo, visto que há resultados que estão distantes mais de 20% da média da tensão de ruptura (Tabela 21).



Figura 40: Ensaio 2 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante

Fonte: Autora (2017)

ENSAIO 2 – NBR 14081-4 (ABNT, 2012)															
Revestimento 30x30 cm – sem argamassa impermeabilizante															
Velocidade de carga = 250 ± 50 N/s															
Seção dos CP's (corpos de prova) = 2500 mm²															
CP	Carga (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. de Variação (%)	Forma de ruptura									
						a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
1	1670	0,67	0,70	0,05	7,14							x			
2	1900	0,76										x			
3	1760	0,70										x			
4	1660	0,66										x			
5	1600	0,64										x			
6	1850	0,74										x			
Média Final (MPa)					0,7										
Número de corpos de prova aceitos					6										

Tabela 20: Ensaio 2 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante

Fonte: Autora (2017)



Figura 41: Ensaio 2 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm com o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

ENSAIO 2 – NBR 14081-4 (ABNT, 2012)															
Revestimento 30x30 cm – com argamassa impermeabilizante															
Velocidade de carga = 250 ± 50 N/s															
Seção dos CP's (corpos de prova) = 2500 mm²															
CP	Carga (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. de Variação (%)	Forma de ruptura									
						a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
1	430	0,17	0,35	0,10	28,57							x			
2	830	0,33										x			
3	1020	0,41										x			
4	1020	0,41										x			
5	1070	0,43										x			
6	800	0,32										x			
Média Final (MPa)					0,4										
Número de corpos de prova aceitos					4										

Tabela 21: Ensaio 2 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 30x30 cm com o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

Tratando-se dos resultados do segundo ensaio de aderência realizado na parede teste com o revestimento cerâmico de dimensões 60x60 cm e sem o uso da argamassa impermeabilizante foi possível verificar resultados bastante semelhantes ao primeiro ensaio, sendo com 5 corpos de prova rompidos na região do chapisco (Figura 42), tendo algumas amostras com pedaços de blocos cerâmicos aderidos ao substrato. Novamente em apenas 1 corpo de prova foi detectada a falha de aderência na interface placa cerâmica-argamassa colante, sendo essa caracterizada pela presença dos cordões de argamassa no tardo da placa, os quais deveriam ter sido totalmente desfeitos durante a aplicação do revestimento cerâmico. Nesse sentido, conforme pode ser visto na Tabela a seguir, os valores obtidos estão quase que na sua totalidade acima de 0,3 MPa, porém alguns deles estão distantes mais de 20% da média da tensão de ruptura, fazendo com que o ensaio não seja designado como conclusivo.



Figura 42: Ensaio 2 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

ENSAIO 2 – NBR 14081-4 (ABNT, 2012)															
Revestimento 60x60 cm – sem argamassa impermeabilizante															
Velocidade de carga = 250 ± 50 N/s															
Seção dos CP's (corpos de prova) = 2500 mm²															
CP	Carga (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. de Variação (%)	Forma de ruptura									
						a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
1	930	0,37	0,45	0,15	33,33							x			
2	1420	0,57										x			
3	1010	0,40										x			
4	1290	0,52							x						
5	550	0,22										x			
6	1570	0,63										x			
Média Final (MPa)					0,4										
Número de corpos de prova aceitos					3										

Tabela 22: Ensaio 2 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm sem o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

Por fim, com relação aos resultados do segundo ensaio de aderência realizado na parede teste com o revestimento cerâmico de dimensões 60x60 cm e com o uso da argamassa impermeabilizante obteve-se todos os rompimentos na região do chapisco, sendo que os corpos de prova apresentaram aderidos bastantes pedaços de blocos cerâmicos da base (Figura 43). Entretanto, apesar das tensões resultantes serem todas elevadas e acima de 0,3 MPa, novamente o ensaio não foi caracterizado como conclusivo, visto que alguns valores estão distantes mais de 20% da média da tensão de ruptura.



Figura 43: Ensaio 2 - Formas de ruptura dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm com o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

ENSAIO 2 – NBR 14081-4 (ABNT, 2012)															
Revestimento 60x60 cm – com argamassa impermeabilizante															
Velocidade de carga = 250 ± 50 N/s															
Seção dos CP's (corpos de prova) = 2500 mm²															
CP	Carga (N)	Tensão (MPa)	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coef. de Variação (%)	Forma de ruptura									
						a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
1	1510	0,60	0,59	0,10	16,95							x			
2	1480	0,59										x			
3	960	0,38										x			
4	1620	0,65										x			
5	1400	0,56										x			
6	1870	0,75										x			
Média Final (MPa)					0,6										
Número de corpos de prova aceitos					4										

Tabela 23: Ensaio 2 - Resistência de aderência à tração dos revestimentos cerâmicos 60x60 cm com o uso da argamassa impermeabilizante
Fonte: Autora (2017)

4.3. ANÁLISE GERAL DOS RESULTADOS

Diante da apresentação dos resultados realizada anteriormente é possível afirmar que, de acordo com as exigências da NBR 14081-4 (ABNT, 2012), a maioria dos ensaios não foi classificada como conclusiva, porém os revestimentos de 30x30 cm e 60x60 cm atenderam o requisito de tensão mínima de 0,3 MPa da NBR 13754 (ABNR, 1996) para, no mínimo, 4 amostras analisadas. Ainda nesse sentido, foi possível identificar que, independente do tamanho de revestimento e do uso ou não uso da argamassa impermeabilizante, a forma de ruptura predominante dos corpos de prova é a ruptura na interface substrato-base, possuindo essa um percentual geral acima de 70% nos dois ensaios realizados, conforme é possível visualizar nas Tabelas 24 e 25 a seguir. Nessa continuidade, as próximas duas maiores proporções de falhas, estão relacionadas à problemas na colagem das pastilhas metálicas e falhas na ruptura na interface placa cerâmica-argamassa colante. Existem outros casos isolados de tipos de ruptura, assim como o ocorrido com um único corpo de prova que falhou na interface argamassa impermeabilizante-substrato, mas com uma elevada tensão de ruptura.

Formas de Ruptura (%) – Ensaio 1							
Forma de Rup.	Revestimento 5x5 cm		Revestimento 30x30 cm		Revestimento 60x60 cm		Total
	Sem Argapplus	Com Argapplus	Sem Argapplus	Com Argapplus	Sem Argapplus	Com Argapplus	
A			16,7	16,7		16,7	8,3
C	66,7				16,7		13,9
F	16,2						2,7
G	16,2	100	83,3	83,3	83,3	66,7	72,1
J						16,7	2,7

Tabela 24: Ensaio 1 – Porcentagem aproximada das formas de ruptura

Fonte: Autora (2017)

Formas de Ruptura (%) – Ensaio 2							
Forma de Rup.	Revestimento 5x5 cm		Revestimento 30x30 cm		Revestimento 60x60 cm		Total
	Sem Argapplus	Com Argapplus	Sem Argapplus	Com Argapplus	Sem Argapplus	Com Argapplus	
C	50	16,7					11,1
D					16,7		2,7
G	50	83,3	100	100	83,3	100	86,1

Tabela 25: Ensaio 2 - Porcentagem aproximada das formas de ruptura

Fonte: Autora (2017)

Tratando-se especificamente do revestimento 5x5 cm é possível afirmar que esse obteve um desempenho insatisfatório nos ensaios, visto que muitos corpos de prova romperam na interface placa cerâmica-argamassa colante, resultando assim em baixas tensões e impossibilitando a adequada avaliação da influência na aderência com o uso da argamassa impermeabilizante (Figura 44).

O revestimento 30x30 cm atingiu um bom desempenho nos ensaios executados, classificando-os como conclusivos e com elevadas resistências de aderência, sendo essas maiores para as paredes em que não havia aplicação da argamassa impermeabilizante (Figura 44). É importante destacar que, com exceção de falhas ocorridas na colagem das peças metálicas no primeiro ensaio, 100% das rupturas restantes ocorreram na interface substrato-base.

Por fim, o revestimento 60x60 cm apresentou apenas 3 dos seus 24 corpos de prova com resistência à tração inferior a 0,3 MPa, sendo que nas suas formas de ruptura também há o predomínio do rompimento na interface substrato-base. É importante salientar que apenas uma das amostras rompeu na região da argamassa impermeabilizante (interface argamassa impermeabilizante-substrato), entretanto essa apresentou uma tensão de quase 0,8 MPa (Figura 44).

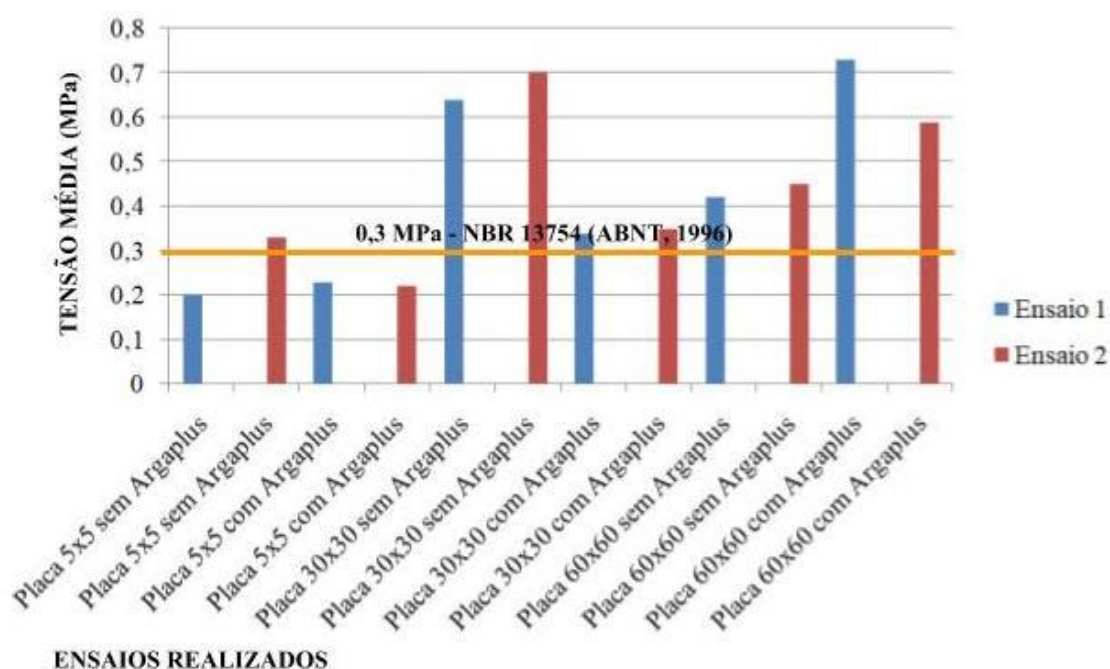


Figura 44: Gráfico geral das médias iniciais das resistências de aderência à tração

Fonte: Autora (2018)

Nesse contexto, para a verificação da influência na aderência à tração dos diferentes tamanhos de revestimentos cerâmicos em substratos com o uso da argamassa impermeabilizante, foram realizados gráficos de regressão linear. É importante ressaltar que os valores alcançados são correspondentes apenas à situação imposta aos ensaios executados em laboratório, não devendo assim serem aplicados à outras situações.

A primeira correlação analisada é sobre o primeiro ensaio de resistência de aderência à tração das paredes testes sem o uso da argamassa impermeabilizante (Figura 45). Sendo assim, através do resultado do R^2 é possível evidenciar que o não uso desse produto não interfere nas tensões médias de resistência de aderência nos diferentes tamanhos de revestimentos. Tal característica não pode ser observada no gráfico da Figura 46, onde o uso da argamassa impermeabilizante apresenta uma forte correlação (valor elevado do R^2) com as tensões médias de resistência de aderência nos diferentes tamanhos de revestimentos. Nesse caso, nota-se então que ao aumentar o tamanho da placa cerâmica o valor da tensão média também é aumentado, diferentemente do

primeiro ensaio das paredes testes sem o uso da argamassa impermeabilizante, onde a tensão média mais elevada é adquirida no revestimento de dimensões 30x30 cm. É válido destacar que a placa de 5x5 cm obteve resultados semelhantes para os dois casos acima apresentados.

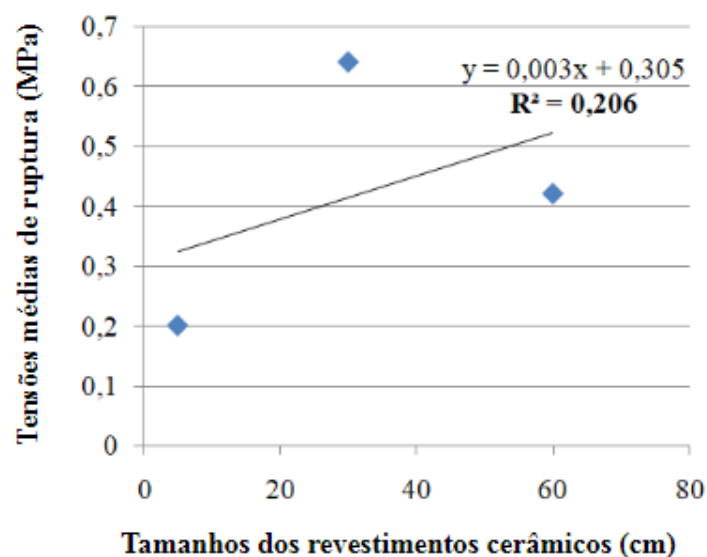


Figura 45: Primeiro ensaio – sem o uso da argamassa impermeabilizante – Correlação entre os tamanhos dos revestimentos cerâmicos e as tensões médias de ruptura
Fonte: Autora (2018)

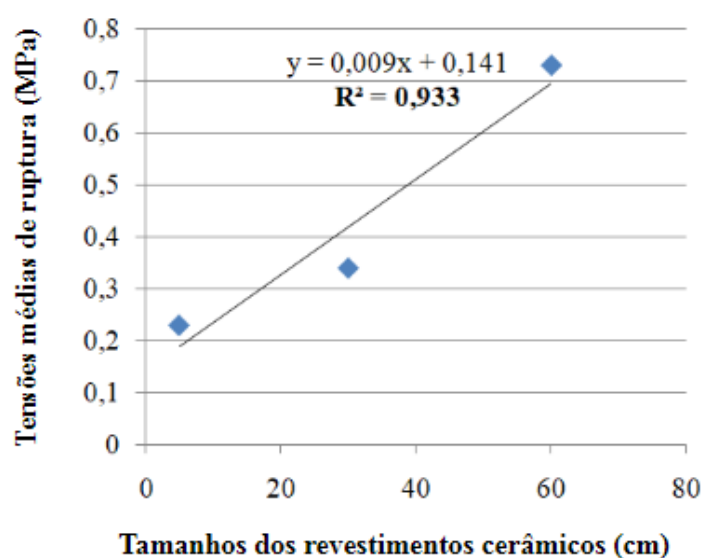


Figura 46: Hipótese do primeiro ensaio – com o uso da argamassa impermeabilizante – Correlação entre os tamanhos dos revestimentos cerâmicos e as tensões médias de ruptura
Fonte: Autora (2018)

A próxima correlação analisada é sobre o segundo ensaio de resistência de aderência à tração das paredes testes sem o uso da argamassa impermeabilizante (Figura 47). Sendo assim, através do resultado do R^2 é possível evidenciar que, de modo igual ao primeiro ensaio, o não uso desse produto não interfere nas tensões médias de resistência de aderência nos diferentes tamanhos de revestimentos. Novamente essa característica não pode ser observada no gráfico da Figura 48, onde o uso da argamassa impermeabilizante apresenta uma forte correlação (valor elevado do R^2) com as tensões médias de resistência de aderência nos diferentes tamanhos de revestimentos. Nesse caso, conforme a análise do primeiro ensaio, nota-se novamente que ao aumentar o tamanho da placa cerâmica o valor da tensão média também é aumentado, diferentemente do segundo ensaio das paredes testes sem o uso da argamassa impermeabilizante, onde a tensão média mais elevada é adquirida no revestimento de dimensões 30x30 cm. É válido destacar que a placa de 5x5 cm obteve resultados semelhantes para os dois casos acima apresentados.

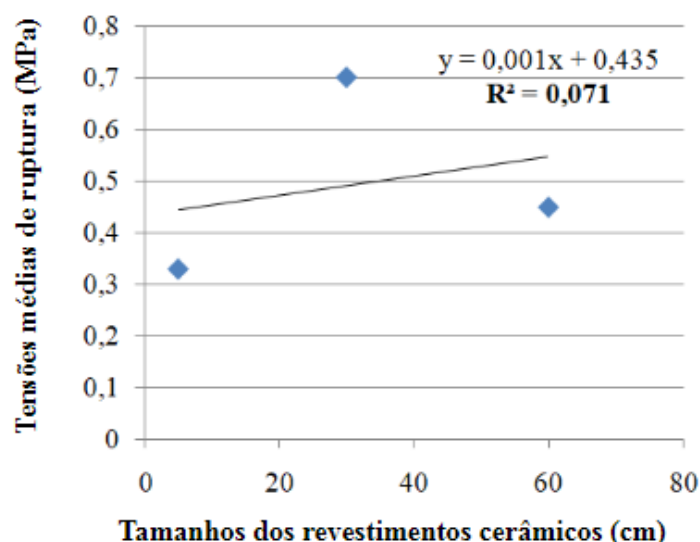


Figura 47: Hipótese do segundo ensaio – sem o uso da argamassa impermeabilizante – Correlação entre os tamanhos dos revestimentos cerâmicos e as tensões médias de ruptura
 Fonte: Autora (2018)

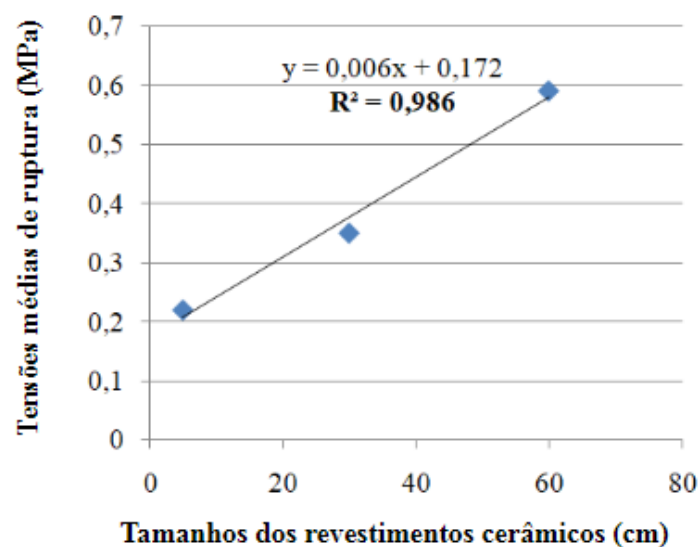


Figura 48: Hipótese do segundo ensaio – com o uso da argamassa impermeabilizante – Correlação entre os tamanhos dos revestimentos cerâmicos e as tensões médias de ruptura
Fonte: Autora (2018)

Por fim, foram realizados gráficos de regressão linear unindo os resultados do primeiro e segundo ensaio de resistência de aderência à tração, de maneira que foi possível observar a ausência de correlação entre as tensões médias de ruptura e os diferentes tamanhos de revestimentos sem o uso da argamassa impermeabilizante (Figura 49) e a presença de uma forte correlação entre as tensões médias de ruptura e os diferentes tamanhos de revestimentos com o uso da argamassa impermeabilizante (Figura 50). O último caso demonstrou que há uma influência no uso desse produto fazendo então com que não haja a perda de adesividade dos revestimentos e também com que a tensão média de ruptura seja ainda mais elevada nas placas cerâmicas de 60x60 cm.

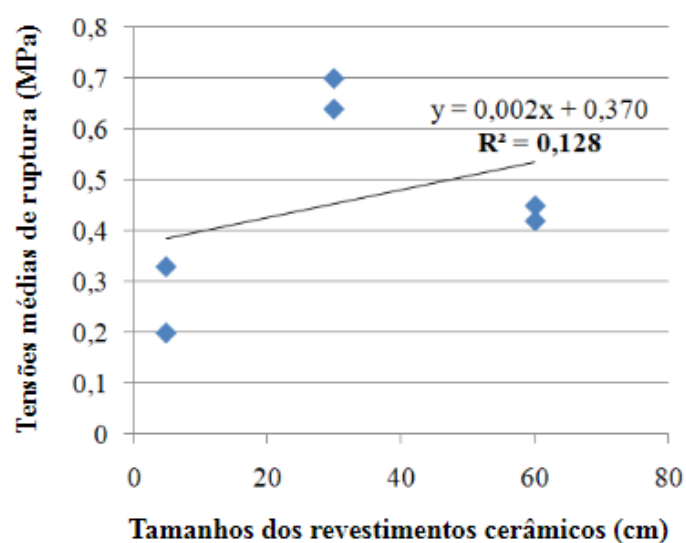


Figura 49: Hipótese dos dois ensaios – sem o uso da argamassa impermeabilizante – Correlação entre os tamanhos dos revestimentos cerâmicos e as tensões médias de ruptura
Fonte: Autora (2018)

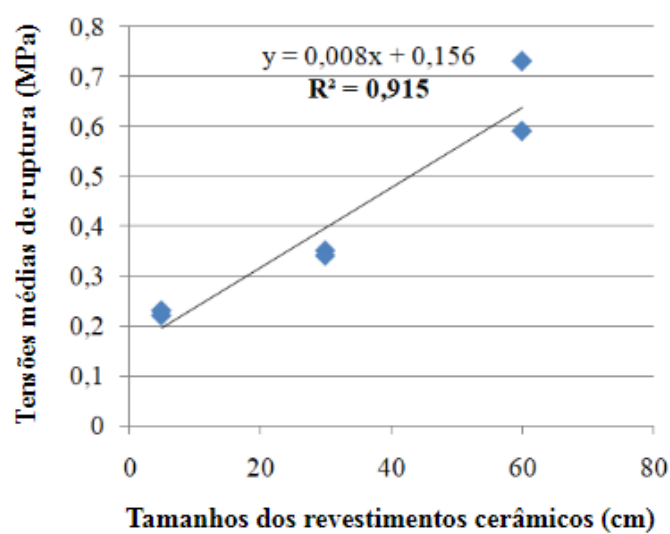


Figura 50: Hipótese dos dois ensaios – com o uso da argamassa impermeabilizante – Correlação entre os tamanhos dos revestimentos cerâmicos e as tensões médias de ruptura
Fonte: Autora (2018)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais deste trabalho, bem como as sugestões para novos estudos na área.

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência na aderência à tração de revestimentos cerâmicos em substratos com a utilização de argamassa impermeabilizante. As placas aplicadas possuíam diferentes tamanhos, sendo: 5x5 cm, 30x30 cm e 60x60 cm. Dessa forma, através dos procedimentos metodológicos apresentados e da revisão bibliográfica produzida fez-se possível a realização da proposta.

É relevante destacar que os resultados dessa pesquisa correspondem a três panos pequenos de assentamento (100x100 cm cada), os quais permaneceram inseridos dentro de um laboratório, portanto não devem ser generalizados para outras condições sem um estudo prévio. Por conseguinte, com base nesses resultados do programa experimental foi possível avaliar que o uso da argamassa impermeabilizante apresentou influência na tensão média de ruptura dos diferentes tamanhos de revestimentos cerâmicos, conforme observado nos diagramas de dispersão apresentados no capítulo anterior, fazendo com que a hipótese desse trabalho seja invalidada, uma vez que não ocorreu a perda de adesividade das placas, além disso, no revestimento de 60x60 cm as tensões médias de ruptura foram ainda mais elevadas. Tratando-se do não uso da argamassa impermeabilizante, verificou-se que não há uma correlação entre as tensões médias de ruptura e os diferentes tamanhos de revestimentos.

Então, o intuito deste trabalho foi contribuir para a diminuição de incidências patológicas causadas pela presença da água em paredes revestidas com placas cerâmicas através do uso de argamassa impermeabilizante. Nesse sentido, atentando-se à execução do sistema de revestimento e à qualidade e características dos materiais utilizados, por exemplo, poderão ser obtidos resultados positivos quanto à saúde e segurança dos usuários, assim como nas questões de sustentabilidade, as quais estão intimamente relacionadas às econômicas, uma vez que ao garantir uma vida útil longa aos sistemas de uma edificação há a economia de matérias-primas e a diminuição do impacto da construção civil ao meio ambiente.

5.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se, abaixo, proposições para novos trabalhos relacionados ao presente estudo:

- Desenvolver novamente este trabalho, mas com uma maior amostragem para a realização dos ensaios de resistência de aderência à tração;
- Desenvolver análise para verificar a real eficiência da impermeabilização proposta neste trabalho;
- Avaliar a influência na aderência de revestimentos cerâmicos em substratos com a utilização de argamassa impermeabilizante de maneira que as paredes sejam simuladas como paredes de fachada e, conseqüentemente, permaneçam expostas às intempéries para a realização dos ensaios.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Manual de Revestimentos de Argamassa**. São Paulo, 2002.

ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmicas para Revestimento. **Relatório do Setor de Cerâmica para Revestimento no Brasil**. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br>>. Acesso em 13/04/2018 às 08h10.

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

_____. **NBR 13528: Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração**. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação**. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13753: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13754: Revestimento de piso paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13755: Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante – Projeto, execução, inspeção e aceitação - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 13816: Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 13817: Placas cerâmicas para revestimento - Classificação**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 13818: Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 14081-1: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 1: Requisitos.** Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 14081-2: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Parte 2: Execução do substrato-padrão e aplicação da argamassa para ensaios.** Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 14081-3: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 3: Determinação do tempo em aberto.** Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 14081-4: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 4: Determinação da resistência de aderência à tração.** Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 14081-5: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 5: Determinação do deslizamento.** Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 14992: A.R. – Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaios.** Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro, 2013.

BARROS, M. M. S. B; SABBATINI, F. H. **Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas.** EPUSP, São Paulo, 2001.

BORTOLETTO, M. P. **Avaliação das argamassas colantes industrializadas, tipo AC III, para utilização no assentamento de revestimento cerâmico em fachada de edifícios.** Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

CAMPANTE, E. F; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico.** 2 ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008.

CARASEK, H. **Aderência de argamassas à base de cimento Portland a substratos porosos – Avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação.** Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CARASEK, H. **Guia de avaliação e interpretação de ensaios de sistemas de revestimento de argamassa**. Comunidade da construção de Belo Horizonte, Belo Horizonte. 2011. 21 p. 4º Ciclo.

CARASEK, H. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. IBRACON, São Paulo, v. 1, 2007.

COSTA, E. **Investigação do método de ensaio de determinação da resistência de aderência de revestimentos de argamassa**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

CRESPO, A. A. **Estatística fácil**. 19 ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

FERES, J. P. L. **Estudo da argamassa de rejuntamento: análise crítica da norma NBR 14992/2003 - A. R. Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas - requisitos e métodos de ensaio**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. 2. Ed. São Paulo: Pini, 2009.

GALLEGOS, H. *Adhesión entre el mortero y las unidades de albañería*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, I, Goiânia, 1995. Anais... Goiânia: UFG/ANTAC, 1995. p. 117-133.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ed. São Paulo: PINI, 1992.

JUNGINGER, M. **Revestimentos cerâmicos aderidos: aspectos técnicos no projeto de fachadas**. 2007. Disponível em: <<http://conpar.eng.br/Public/Apostila%20Rev%20Ceramico.pdf>> Acesso em: 01/05/2018 às 10h15.

JUST, A; FRANCO, L. S. **Descolamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife**. Boletim Técnico: BT/PCC/285. São Paulo, EPUSP, 2001.

LIMA, L. C. **Elaboração de um software para especificação de sistema de revestimento cerâmico**. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

LOPES, P. A. **Probabilidade e estatística: conceitos, modelos e aplicações em Excel**. 1 ed. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Editores, 1999.

MACIEL, L. L; BARROS, M. M. S. B; SABBATINI, F. H. **Recomendações para execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e externa e tetos**. Escola Politécnica da USP, PCC, São Paulo, 1998.

MALAGONI, M. A.; SCARTEZINI, V. **Análise dos resultados de resistência de aderência em revestimentos de argamassa**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

MONTGOMERY, D. C; RUNGER, G. C; HUBELE, N. F. **Estatística aplicada à engenharia**. Tradução: Verônica Calado. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MOORE, D. S. **A estatística básica e sua prática**. Tradução: Ana Maria Lima de Farias e Vera Regina Lima de Farias e Flores. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MOURA, C. **Aderência dos revestimentos externos de argamassa em substratos de concreto: análise da influência das condições de temperatura e ventilação na cura da camada de preparo com argamassa de chapisco**. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

NICOT, P. *Interactions mortier-support: éléments déterminants des performances ET de l'adhérence d'un mortier*. Tese de Doutorado, Université de Toulouse, Toulouse, 2008.

PEREZ, F. **Argamassas colantes utilizadas na fixação de revestimentos cerâmicos**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

PEZZATO, L. M. **Patologias no sistema de revestimento cerâmico: um estudo de caso em fachadas**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

POLITO, G. **Avaliação do perfil de penetração dos compostos hidratados do aglomerante de argamassas aplicadas sobre bloco cerâmico através de análises químicas, microestruturais, mineralógicas e de resistência de aderência**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Pós Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Belo Horizonte, 2013.

RUDUIT, F. R. **Contribuição ao estudo da aderência de revestimentos de argamassa e chapisco em substrato**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SABBATINI, F. H; SELMO, S. M. S; SILVA, M. M. A. **Diretrizes para produção e controle das argamassas de assentamento e revestimento**. Escola Politécnica da USP, PCC. São Paulo. 1989.

SAGAVE, A. M. **Desenvolvimento de método de ensaio de aderência ao cisalhamento de peças cerâmicas de revestimento**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SANTOS, H. B. dos. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento**. Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

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 de Mestrado, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2002.

SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SILVA, A. J. C. **Revestimentos – Apostila**. UCP, Recife. 2004. Disponível em: <http://www.tecomat.com.br/angelo/arquivos/apost_revest.pdf>. Acesso em: 28/04/2018 às 21h40.

SILVEIRA, A. R. da. **Avaliação experimental da resistência de aderência à tração de revestimentos cerâmicos aplicados sobre diferentes substratos em blocos estruturais**. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

VALENTINI, P; KAZMIERCZAK, C. S. Avaliação da aderência de placas cerâmicas aplicadas como revestimento de fachada. **Revista ALCONPAT**, V. 6. n. 2. p. 116 – 128, 2016.

VILLANUEVA, M. M. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 7 ed. São Paulo: PINI, 2006.

