

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
ENGENHARIA CIVIL

ALINE BARBOZA DA SILVA

**ANÁLISE DE ARGAMASSAS INDUSTRIALIZADAS E REJUNTES DO RIO
GRANDE DO NORTE PARA APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE
REVESTIMENTOS DE FACHADAS E PISOS CERÂMICOS**

Natal/RN

2018

ALINE BARBOZA DA SILVA

**ANÁLISE DE ARGAMASSAS INDUSTRIALIZADAS E REJUNTES DO RIO
GRANDE DO NORTE PARA APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE
REVESTIMENTOS DE FACHADAS E PISOS CERÂMICO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil apresentado ao Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN) como requisito final para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil

Orientador(a): Prof. PhD. Fábio Sérgio da Costa Pereira

Natal

2018

ALINE BARBOZA DA SILVA

**ANÁLISE DE ARGAMASSAS INDUSTRIALIZADAS E REJUNTES DO RIO
GRANDE DO NORTE PARA APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE
REVESTIMENTOS DE FACHADAS E PISOS CERÂMICO**

Trabalho de Conclusão do Curso de
Engenharia Civil apresentado ao
Centro Universitário do Rio Grande
do Norte (UNI-RN) como requisito
final para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil

Aprovado em: _____/_____/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. PhD Fábio Sergio da Costa Pereira – UNI-RN

Prof.Orientador/Coordenador do curso

Prof. PhD Werner Farkatt Tabosa – UNI-RN

Prof. Coordenador das Disciplinas de TCC 1 e TCC 2

Prof(a). PhD Jaquelígia Brito da Silva - UFRN

Prof(a). Externo

Catálogo na Publicação – Biblioteca do UNI-RN
Setor de Processos Técnicos

Silva, Aline Barboza da.

Análise de argamassas industrializadas e rejuntas do Rio Grande do Norte para aplicação em sistemas de revestimentos de fachadas e pisos cerâmicos / Aline Barboza da Silva. – Natal, 2018

156f.

Orientador: Prof. PHD Fábio Sérgio da Costa Pereira.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário do Rio Grande do Norte.

1. Cerâmica – Monografia. 2. Aderência – Monografia. 3. Argamassa – Monografia. I. Pereira, Fábio Sérgio da Costa. II. Título.

RN/UNI-RN/BC

CDU 624

Dedico este trabalho à minha mãe Eliane, aos meus irmãos Alice, Alisson e Eliana, aos meus tios Eliene, Junior, Ivonete, Alexandre e Maria por serem pessoas admiráveis em essência, por me provocar estímulos que me impulsionam a buscar uma vida nova a cada dia. Dedico também aos meus primos Neto e Henrique que sempre me ajudaram nas horas de necessidade me apoiaram em cada obstáculo sem querer nada em troca. Dedico também ao meu namorado Artur Medeiros que sempre está disposto a me ajudar, me proporciona carinho nos momentos difíceis e confia em mim nos momentos que nem eu mesma confio. A todos, dedico este trabalho por terem aceitado se privar de minha companhia pelos estudos, concedendo a mim a oportunidade de me realizar ainda mais e por estarem sempre presentes nos momentos de necessidade.

AGRADECIMENTO

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ter me proporcionado essa conquista e por me dá a honra de conhecer pessoas tão incríveis e leais.

A minha mãe Eliane Maria Barboza dos Santos, por acreditar e incentivar minhas escolhas, apoiando-me e esforçando-se junto a mim para que eu suprisse todas elas.

Ao meu Prof. orientador Fábio Sérgio da Costa Pereira, pela dedicação em suas orientações prestadas na elaboração deste trabalho, incentivando-me e colaborando no desenvolvimento de meu trabalho.

“Ninguém é tão grande que não possa aprender, nem tão pequeno que não possa ensinar”

(Esopo)

RESUMO

Os revestimentos de argamassa em fachadas são majoritariamente usados nos edifícios residenciais de Natal (RN), sendo caracterizados tanto pelo uso intenso, quanto por desempenhar importantes funções estéticas e de proteção do edifício, além de representar importante parcela do custo direto de construção e de manutenção das fachadas. As patologias associadas a elas são uns dos problemas que os construtores mais temem, principalmente quando o revestimento cerâmico põe em risco a vida de pessoas. Ultimamente a ocorrência de descolamentos de placas cerâmicas em Natal (RN), tornou-se alvo de preocupações e discussões entre os engenheiros.

O uso impróprio dos materiais, aliado à uma execução malfeita, e a falta de manutenção, tem criado despesas extras aos condomínios de edifícios com menos de cinco anos após a data de construção gerando um custo em reparos que poderiam ser inteiramente evitadas, especialmente nas fachadas dos edifícios. A tecnologia de sistemas de revestimentos promove uma contribuição para se atingir desempenho e durabilidade, uma vez que os métodos tradicionais de execução têm resultado em tantos desgastes, custos e problemas judiciais entre construtores e consumidores.

A recuperação das fachadas e a reforma de edifícios estão, cada vez mais, em evidência no mercado imobiliário, devido principalmente aos erros executivos cometidos nas construções e a falta de manutenção preventiva. Ao se realizar uma boa restauração de fachada, os revestimentos em cerâmica chegam a valorizar o imóvel em torno de 40%, além da durabilidade que pode chegar a 30 anos, em média, dependendo da manutenção periódica a ser realizada. Os principais problemas existentes na execução de pisos cerâmicos são causados pela deficiência de mão-de-obra, aplicação incorreta de materiais e falta de fiscalização dos serviços de assentamento dos pisos cerâmicos.

Este trabalho tem como objetivo avaliar as principais argamassas industriais oferecidas pelo mercado do Rio Grande do Norte, medindo e comparando a tensão de aderência das placas cerâmicas aos substratos das argamassas ACI, ACII, ACIII e ACIII-E e piso-sobre-piso totalizando 201 corpos de prova com o ensaio de pull-off, o de índice de absorção de água das argamassas de rejunte tipo I e tipo II com 12 corpos de prova, e a verificação do cumprimento das normas brasileiras.

Após a realização dos ensaios feitos no laboratório foi observado que houveram argamassas industriais colantes que não estavam de acordo com os valores mínimos exigidos pela ABNT, ao contrário das argamassas de rejuntas de todos os fabricantes que respeitam os valores mínimos exigidos por norma.

Nos condomínios residenciais que foram feitos os testes de aderência da pastilha cerâmica a argamassa, os resultados deram todos abaixo da norma técnica, justificando as quedas constantes das pastilhas cerâmicas.

Palavras-Chave: Cerâmica. Aderência. Argamassa.

ABSTRACT

Mortar coatings on façades are mostly used in residential Natal(RN) buildings, being characterized both by heavy use, and by performing important aesthetic and building protection functions, as well as representing a significant portion of the direct cost of building and maintaining façades. The pathologies associated with them are certainly one of the problems that the builders most fear, especially when the ceramic coating, endangers the lives of people. Lately the occurrence of ceramic plate detachments in Natal (RN), has become a subject of concerns and discussions among engineers

Improper use of materials, coupled with improper execution, and lack of maintenance, has created extra expenses for condominiums in "young" buildings under the age of five, and creates a cost for construction in repairs that could be entirely avoided, especially on the facades of buildings. Coating systems technology makes a contribution to achieving performance and durability, since traditional methods of execution have resulted in so much wear and tear, costs, and legal problems between builders and consumers.

The restoration of facades and the renovation of buildings are increasingly evident in the real estate market, mainly due to executive mistakes made in buildings and the lack of preventive maintenance. When performing a good restoration of the facade, the ceramic tiles come to appreciate the property in about 40%, in addition to the durability that can reach 30 years on average, depending on the periodic maintenance to be performed. The main problems in the execution of ceramic floors are caused by the deficiency of labor, incorrect application of materials and lack of supervision of the services of laying of ceramic floors.

This TCC aims to evaluate the main industrial mortars offered by the market of Rio Grande do Norte by measuring and comparing the adhesion strength of ceramic tiles to the substrates of ACI, ACII, ACIII and ACIII-E mortars and floor-to-floor mortar with with the aid of the pull-off, to measure the water absorption index of the type I and II grout mortars, and to check compliance with the Brazilian standards.

After the tests were carried out in the laboratory, it was observed that there were adhesive industrial mortars that were not in accordance with the minimum required by the ABNT, that is, they could not be for sale in the market. It has also been observed that grout mortars from all manufacturers are suitable for use, that is, they comply with the minimum required by standard.

Residual condominiums that were tested for adhesion of the ceramic insert to the mortar gave them all below the technical norm causing the constant drops of the ceramic insert.

Key Words: Ceramics. Adherence. Mortar.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fluxograma esquemático do acompanhamento do serviço de revestimento.....	25
Figura 2 Aderência da argamassa na base.....	28
Figura 3 Base, camadas e componentes dos revestimentos. a) Substrato ou base, b)chapisco, c) reforço, d) emboço, e) reboco, f) revestimento final/camada de fixação.....	30
Figura 4 Chapiscos mais usuais. A) convencional, B) desempenado, C) Rolado.....	32
Figura 5 Tela de reforço	33
Figura 6 Camada de fixação (argamassa colante).	34
Figura 7 Base, camadas e componentes dos revestimentos para pisos. a) laje de concreto armado, b) pasta de cimento sobre a laje, c) argamassa de regularização, d) contapiso, e) argamassa colante e revestimento cerâmico. ..	34
Figura 8 Patologia do tipo congênita	38
Figura 9 Patologia do tipo construtiva	39
Figura 10 Patologia do tipo adquirida.....	40
Figura 11 Patologia do tipo acidental	40
Figura 12 Preparação da argamassa colante industrial ACI do fabricante "A" .	42
Figura 13 Argamassa colante industrial ACI do fabricante "A"	42
Figura 14 Colocação da argamassa colante industrial ACI do fabricante "A" no substrato.....	43
Figura 15 Assentamento da argamassa industrial colante ACI do fabricante "A" para o assentamento das placas cerâmicas	43
Figura 16 Assentamento da placa cerâmica 10x10 cm	43
Figura 17 Preparação dos corpos de prova da argamassa industrial colante ACI do fabricante "A" para o ensaio do Pull-Off	44
Figura 18 Ensaio do Pull-Off no corpo de prova da argamassa industrial colante ACI do fabricante "A"	44
Figura 19 Após arrancamento do Corpo de prova da argamassa industrial colante ACI do fabricante "A"	45
Figura 20 Preparação da argamassa colante industrial para revestimento externo do fabricante "A" para o assentamento das placas cerâmicas	46
Figura 21 Placas Cerâmicas assentadas	46
Figura 22 Arrancamento do Corpo de prova da argamassa colante industrial ACII do fabricante "A"	47
Figura 23 Corpos de prova da argamassa colante industrial ACIII-E do fabricante "A".....	48
Figura 24 Preparação da argamassa colante industrial ACI do fabricante "B" .	49
Figura 25 Assentamento da placa cerâmica no revestimento	49
Figura 26 Preparação dos corpos de prova da argamassa colante industrial ACI do fabricante "B" para o ensaio de Pull-Off	50
Figura 27 Ensaio do Pull-Off no corpo de prova da argamassa colante industrial ACI do fabricante "B"	50

Figura 28 Após arrancamento do Corpo de prova da argamassa industrial colante ACI do fabricante "B"	51
Figura 29 Argamassa colante industrial ACII do fabricante "B" pronta	52
Figura 30 Ensaio do Pull off no corpo de prova da argamassa industrial colante ACII do fabricante "B"	52
Figura 31 Placas cerâmicas assentadas para realização do ensaio do Pull-Off	53
Figura 32 Textura e consistência da argamassa colante industrial ACIII-E do fabricante "B"	54
Figura 33 Assentamento argamassa colante industrial ACII-E do fabricante "B"	55
Figura 34 Argamassa colante industrial ACII-E do fabricante "B" após a realização do ensaio do Pull-Off.....	55
Figura 35 Assentamento cerâmico para colocação da argamassa colante industrial piso sobre piso do fabricante "B"	57
Figura 36 Preparação dos corpos de prova da argamassa colante industrial piso sobre piso para o ensaio do Pull-Off.....	57
Figura 37 Preparação da argamassa de rejunte do fabricante "A"	58
Figura 38 Moldes para fabricação dos corpos de prova	59
Figura 39 Corpo de prova de rejunte do fabricante "A"	59
Figura 40 Peso seco do corpo de prova da argamassa de rejunte do fabricante "A"	60
Figura 41 Corpos de prova submersos	60
Figura 42 Peso saturado corpo de prova da argamassa de rejunte do fabricante "A"	61
Figura 43 Fachada da Edificação 1	73
Figura 44 Descolamento cerâmico da edificação 1	74
Figura 45 Descolamento cerâmico da fachada lateral da edificação 1.....	74
Figura 46 Fachada da Edificação com descolamento cerâmico da edificação	76
Figura 47 Descolamento cerâmico da fachada lateral da edificação 2.....	77
Figura 48 Ausência de argamassa colante na placa	77
Figura 49 Ensaio de Pull Off sendo realizado na fachada.....	78

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1	Composição das argamassas do fabricante "A"	18
Tabela 2	Rendimento das argamassas do fabricante "A"	19
Tabela 3	Rendimento da argamassa de rejunte do fabricante "A"	19
Tabela 4	Traço médio das argamassas do fabricante "A"	20
Tabela 5	Composições das argamassas do fabricante "B"	20
Tabela 6	Rendimento das argamassas do fabricante "B"	21
Tabela 7	Rendimento da argamasse de rejunte tipo I do fabricante "B"	21
Tabela 8	Rendimento da argamassa de rejunte tipo II do fabricante "B"	22
Tabela 9	Traço das argamassas do fabricante "B"	22
Tabela 10	Limites de resistência de aderência à tração	29
Tabela 11	Resultados da argamassa industrial colante ACI do fabricante "A".	62
Tabela 12	Resultados da argamassa industrial colante ACII do fabricante "A".	64
Tabela 13	Resultados da argamassa industrial colante ACIII-E do fabricante "A".	65
Tabela 14	Resultados da argamassa industrial colante ACI do fabricante "B".	66
Tabela 15	Resultados da argamassa industrial colante ACII do fabricante "B".	67
Tabela 16	Resultados da argamassa industrial colante ACIII do fabricante "B".	68
Tabela 17	Resultados da argamassa industrial colante ACIII-E do fabricante "B".	69
Tabela 18	Resultados do teste de absorção da argamassa industrial colante ACIII-E do fabricante "B".	70
Tabela 19	Resultados da argamassa industrial colante piso sobre piso do fabricante "B".	70
Tabela 20	Resultados da argamassa de rejunte interior e exterior do fabricante "A".	71
Tabela 21	Resultados da argamassa de rejunte tipo I do fabricante "B".	72
Tabela 22	Resultados da argamassa de rejunte tipo II do fabricante "B".	72
Tabela 23	Resultado do ensaio de Pull-Off na edificação 1	75
Tabela 24	Resultado do ensaio de Pull-Off na edificação 2	78

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 IMPORTÂNCIA DO TEMA	16
1.2 JUSTIFICATIVA	16
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo geral	16
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 METODOLOGIA	17
1.4.1 Elaboração	17
1.4.2 Laboratório	18
1.4.2.1 Especificação do Pull-Off	18
1.4.2.2 Especificações das argamassas industriais colantes do fabricante “A”	18
1.4.2.2.1 Composição	18
1.4.2.2.2 Rendimento	19
1.4.2.2.3 Traço	19
1.4.2.3 Especificações das argamassas industriais colantes do fabricante “B”	20
1.4.2.3.1 Composição	20
1.4.2.3.2 Rendimento	21
1.4.2.3.3 Traço	21
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	22
2 SISTEMAS DE REVESTIMENTO DE FACHADAS E DE PISOS CERÂMICOS	23
2.1 NORMAS E ESPECIFICAÇÕES	24
2.2 FUNÇÃO DO REVESTIMENTO DE FACHADA E DE PISO CERÂMICO	26
2.3 TIPOS DE REVESTIMENTOS E SUAS PROPRIEDADES	26
2.3.1 Revestimento em argamassa	26
2.3.1.1 Retenção de água	27
2.3.1.2 Aderência inicial	28
2.3.1.3 Retração na secagem	28
2.3.1.4 Aderência	29
2.3.1.5 Capacidade de acomodar deformações	29
2.4 CAMADAS IMPORTANTES DO SUBSISTEMAS	30
2.4.1 Paredes	30
2.4.1.1 Substrato ou base	31
2.4.1.2 Chapisco	31
2.4.1.3 Emboço	32
2.4.1.4 Reforço	32
2.4.1.5 Reboco	33
2.4.1.6 Revestimento final / camada de fixação	33
2.4.2 PISO	34
2.4.2.1 Laje ou lastro de concreto simples	35
2.4.2.2 Pasta de cimento	35
2.4.2.3 Argamassa de regularização	36
2.4.2.4 Cantrapiso	36
2.4.2.5 Argamassa colante e revestimento cerâmico	36

2.5 FATORES QUE INFLUENCIAM O DESEMPENHO DO REVESTIMENTO EXTERNO	37
3 PATOLOGIAS EXISTENTES EM SISTEMAS DE REVESTIMENTO DE FACHADAS E DE PISOS CERÂMICOS.....	37
3.1 PATOLOGIA CONGÊNITA.....	37
3.2 PATOLOGIA CONSTRUTIVA.....	38
3.3 PATOLOGIA ADQUIRIDA.....	39
3.4 PATOLOGIA ACIDENTAL.....	40
4 DIAGNÓSTICOS DAS PATOLOGIAS EXISTENTES.....	41
5 METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA AVALIAÇÃO DAS ARGAMASSAS INDUSTRIALIZADAS DO RIO GRANDE DO NORTE.....	41
5.1 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE PARA REVESTIMENTO INTERNO DO FABRICANTE “A”	41
5.2 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE PARA REVESTIMENTO EXTERNO DO FABRICANTE “A”	45
5.3 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACIII-E DO FABRICANTE “A” ..	47
5.4 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACI DO FABRICANTE “B”	48
5.5 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACII DO FABRICANTE “B”	51
5.6 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACIII DO FABRICANTE “B”	53
5.7 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACIII-E DO FABRICANTE “B” ..	54
5.8 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE PISO SOBRE PISO DO FABRICANTE “B”	56
5.9 ARGAMASSA DE REJUNTE INTERIOR E EXTERIOR DO FABRICANTE “A”	58
5.10 ARGAMASSA DE REJUNTE TIPO I DO FABRICANTE “B”	61
5.11 ARGAMASSA DE REJUNTE TIPO II DO FABRICANTE “B”	61
6 RESULTADOS DA PESQUISA.....	62
6.1 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE PARA REVESTIMENTO INTERNO DO FABRICANTE “A”	62
6.2 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE PARA REVESTIMENTO EXTERNO DO FABRICANTE “A”	64
6.3 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACIII-E DO FABRICANTE “A”	65
6.4 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACI DO FABRICANTE “B”	66
6.5 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACII DO FABRICANTE “B”	67
6.6 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACIII DO FABRICANTE “B”	68
6.7 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACIII-E DO FABRICANTE “B”	69
6.8 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE PISO SOBRE PISO DO FABRICANTE “B”	70
6.9 RESULTADOS DA ARGAMASSA DE REJUNTE INTERIOR E EXTERIOR DO FABRICANTE “A”	71
6.10 RESULTADOS DA ARGAMASSA DE REJUNTE TIPO I DO FABRICANTE “B”	72

6.11 RESULTADOS DA ARGAMASSA DE REJUNTE TIPO II DO FABRICANTE “B”	72
7 ESTUDOS DE CASO	73
7.1 ESTUDO DE CASO 1.....	73
7.1.1 Descrição da patologia.....	75
7.1.2 Hipóteses das possíveis causas.....	75
7.1.3 Resultado do ensaio do Pull-Off <i>in-loco</i>	75
7.1.4 Análise do resultado do ensaio do Pull-Off <i>in-loco</i>	75
7.1.5 Propostas de reparo.....	76
7.2 ESTUDO DE CASO 2.....	76
7.2.1 Descrição da patologia.....	77
7.2.2 Hipóteses das possíveis causas.....	77
7.2.3 Resultado do ensaio do Pull-Off <i>in-loco</i>	78
7.2.4 Análise do resultado do ensaio do Pull-Off <i>in-loco</i>	78
7.2.5 Propostas de reparo.....	79
8 CONCLUSÕES	79
REFERÊNCIAS	82

1 INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade o homem procurou um ligante para unir rochas e madeiras em prol da eficiência e da economia, com o passar do tempo e de pesquisas, foi inventado a primeira argamassa fabricada com cal, água e areia, mas essa mistura era solúvel em água, provocando patologias nas edificações.

No início da década de 60, devido a uma grande demanda para o revestimento cerâmico, carência de mão de obra treinada e complexas tarefas pelo método convencional, foram realizadas pesquisas para desenvolver argamassas que tivessem os seguintes parâmetros:

- Ser da cor do cimento, para que não haja muita empatia entre o trabalhador e o produto;
- Vir pronta, para otimizar o tempo da obra;
- Solvente em água, pois é um material de fácil acesso;
- Aderir em qualquer superfície, para que possa ser usado em ocasiões diversas;
- Tempo de abertura o maior possível: Para poder usar a maior quantidade de material possível sem haver perda da qualidade do material;
- Resistir a umidade, poder ser usado em épocas chuvosas;
- Tempo de ajuste alto, para melhor ajuste do revestimento;
- Preço baixo, pois teria que ser um material de fácil acesso.

Depois de muitas pesquisas foi inventada a primeira argamassa industrial colante feita de areia, cimento e resina, que possui a vantagem de ser leve, ter um perfil fino, ótima qualidade e versatilidade. De acordo com a ABNT NBR 14081-1(2012), há 3 tipos de argamassa colante: AC I, AC II, AC III e cada uma possui força de aderência ao substrato específica e funções diferentes.

As patologias nas fachadas são um dos problemas mais temidos da construção civil principalmente as patologias associadas ao revestimento cerâmico ou de qualquer revestimento aderido, devido ao fato de pôr em risco a vida de seres humanos. Ultimamente a ocorrência de casos de descolamentos de placas cerâmicas em Natal (RN) tornou-se alvo de preocupações e discussões na engenharia civil. Por este fato, realizamos testes de aderência em diferentes tipos de argamassas com o auxílio do pull-off e seguindo a ABNT NBR

15877(2010) para execução do ensaio, fizemos também testes de absorção para as argamassas de rejunte seguindo a ABNT NBR 9778(2005) das marcas mais comercializadas em Natal (RN) para avaliarmos se o crescimento exponencial das patologias em fachadas ao longo do tempo se dá pelo fato de uma execução malfeita ou da qualidade da argamassa colante ou ambos.

1.1 IMPORTÂNCIA DO TEMA

A fachada é um dos fatores primordiais que responde pela proteção e durabilidade da edificação. Por isso, as patologias associadas a elas são um dos problemas mais temidos pelos engenheiros, principalmente quando ela é revestida por cerâmica pois põe em risco a vida de pessoas.

Infelizmente no Rio Grande do Norte essa patologia está sendo cada vez mais visível e comum.

1.2 JUSTIFICATIVA

Devido aos frequentes casos de deslocamento de placas cerâmicas no estado do Rio Grande do Norte, mais especificadamente em Natal (RN), foi escolhido este tema para verificar se a principal causa dessa patologia são problemas devido à execução malfeita, a má qualidade do produto ou ambos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Este TCC tem como objetivo geral avaliar em termos de resistência à aderência as principais argamassas industriais oferecidas pelo mercado do Rio Grande do Norte. Primeiramente será medido e comparado a resistência de aderência da placa cerâmica ao substrato da argamassa ACI, ACII, ACIII e ACIII-E e piso-sobre-piso com corpos de prova com o auxílio do Pull-Off e depois será medido o índice de absorção das argamassas de rejunte tipo I e tipo II.

1.3.2 Objetivos específicos

Verificar se as argamassas analisadas em relação a aderência estão de acordo com as normas brasileiras e comprovar se a principal causa das patologias em fachadas são devido à execução malfeita, a má qualidade do produto ou ambos.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Elaboração

Para a elaboração deste TCC foi usado conhecimentos teóricos dos livros e artigos e sites relacionados ao tema e conhecimento prático através dos diferentes ensaios feitos no laboratório de materiais de construção do UNI-RN.

1.4.2 Laboratório

No laboratório de materiais de construção do UNI-RN (Centro Universitário do Rio Grande do Norte) foram avaliadas as principais argamassas industriais dos fabricantes “A” e “B” medindo, analisando e comparando a resistência de aderência das placas cerâmicas aos substratos das argamassas colantes industriais ACI, ACII, ACIII e ACIII-E e piso-sobre-piso com corpos de prova com o auxílio do Pull-Off e verificando se estão de acordo com a norma brasileira ABNT NBR 13749(2013) que especifica os valores mínimos da aderência da argamassa ao substrato de acordo com o tipo. Também foi medido o índice de absorção de água das argamassas de rejunte a base de cimento Portland tipo I e tipo II dos fabricantes “A” e “B” e também foi verificado se cumprem a norma brasileira ABNT NBR 14992(2003) que especifica o valor mínimo de absorção de água das argamassas de rejunte de acordo com o tipo. Se os valores forem abaixo da norma, elas não deveriam estar do mercado.

1.4.2.1 Especificação do Pull-Off

O Pull-Off utilizado para todos os ensaios de aderência foi da marca SOLOTEST, com a referência 1129010 e série 17186, com resistência máxima de 1500 kgf e 25 voltas máximas

1.4.2.2 Especificações das argamassas industriais colante do fabricante “A”

1.4.2.2.1 Composição

De acordo com o fabricante “A” as argamassas possuem as composições mostradas na tabela 1 abaixo.

Tabela 1 Composição das argamassas do fabricante "A"

Argamassa	Composição
ACI	Aglomerante hidráulico, cargas minerais rigorosamente selecionados;
ACII	Aglomerante hidráulico, cargas minerais rigorosamente selecionados;
ACIII-E	Cimento Portland, agregados minerais, aditivos químicos e polímeros especiais;
Rejunte	Cimento Portland, aglomerante hidráulico, cargas minerais rigorosamente selecionadas e aditivos químicos.

Fonte: Dados fornecidos pelo fabricante “A”

1.4.2.2.2 *Rendimento*

De acordo com o fabricante “A” as argamassas possuem os rendimentos mostrados na tabela 2 abaixo.

Tabela 2 Rendimento das argamassas do fabricante “A”

Argamassa	Rendimento médio
ACI	4 a 5 kg/m ²
ACII	4 a 5 kg/m ²
ACIII-E	4 a 5 kg/m ² ;

Fonte: Dados fornecidos pelo fabricante “A”

O rendimento da argamassa de rejunte do fabricante “A” se encontra na tabela 3 abaixo.

Tabela 3 Rendimento da argamassa de rejunte do fabricante “A”

CERÂMICA		7,5 X 7,5	20 X 20	30 X 30	40 X 40
CM X CM					
LARGURA DA JUNTA	2mm	0,75	0,32	0,22	0,17
	4mm	1,5	0,64	0,45	0,34
	6mm	2,25	0,96	0,72	0,52
	8mm	-	1,3	0,96	0,70
	10mm	-	-	1,20	0,88

Fonte: Argamassa de rejunte do fabricante “A”

1.4.2.2.3 *Traço*

De acordo com o fabricante “A” as argamassas possuem os seguintes traços mostrados na tabela 4 a seguir.

Tabela 4 Traço médio das argamassas do fabricante "A"

Argamassa	Traço
ACI	3L para 1 saco (20kg);
ACII	4L para 1 saco (20kg);
ACIII-E	4L para 1 saco (20kg);
Rejunte	330ml de água para 1saco (1kg).

Fonte: Argamassa de rejunte do fabricante "A"

1.4.2.3 Especificações das argamassas industriais colante do fabricante "B"

1.4.2.3.1 Composição

De acordo com o fabricante "B" as argamassas possuem as composições mostradas na tabela 5 abaixo.

Tabela 5 Composições das argamassas do fabricante "B"

Argamassa	Composição
ACI	Cimento, areia e aditivos especiais
ACII	Cimento, areia e aditivos especiais
ACIII	Cimento, areia e aditivos especiais
ACIII-E	Cimento CP II, areia calcária e silicosa, tensoativos e polímeros à base de ésteres de celulose
Piso-sobre-piso	Argamassa cimento, areia e aditivos especiais
Rejunte tipo I	Cimento Portland, aglomerante hidráulico, cargas minerais e aditivos químicos
Rejunte tipo II	Cimento Portland, aglomerante hidráulico, cargas minerais e aditivos químicos

Fonte: Dados fornecidos pelo fabricante "B"

1.4.2.3.2 Rendimento

De acordo com o fabricante "B" as argamassas possuem os rendimentos mostrados na tabela 6 a seguir

Tabela 6 Rendimento das argamassas do fabricante "B"

Argamassa	Rendimento médio
ACI	1 saco (15kg) rende em média 3,2m ² ;
ACII	1 saco (15kg) rende em média 3,2m ² ;
ACIII	1 saco (15kg) rende em média 3,2m ² ;
ACIII-E	1 saco (15kg) rende em média 4m ² ;
Piso-sobre-piso	1 saco (15kg) rende em média 3,2m

Fonte: Dados fornecidos pelo fabricante "B"

O rendimento da argamassa de rejunte tipo I se encontra na tabela 7 a seguir

Tabela 7 Rendimento da argamasse de rejunte tipo I do fabricante "B"

CERÂMICA CM X CM		30 X 40	30 X 60	40 X 40	45 X 45
LARGURA DA JUNTA	2mm	0,09	0,09	0,08	0,07
	4mm	0,18	0,18	0,15	0,14
	6mm	0,28	0,26	0,24	0,21
	8mm	0,37	0,35	0,21	0,28
	10mm	0,46	0,44	0,39	0,36

Fonte: Argamassa de rejunte tipo I do fabricante "B"

O rendimento da argamassa de rejunte do tipo II se encontra na tabela 8 a seguir.

Tabela 8 Rendimento da argamassa de rejunte tipo II do fabricante "B"

CERÂMICA CM X CM		30 X 40	30 X 60	40 X 40	45 X 45
LARGURA DA JUNTA	2mm	0,09	0,09	0,08	0,07
	4mm	0,18	0,18	0,15	0,14
	6mm	0,28	0,26	0,24	0,21
	8mm	0,37	0,35	0,21	0,28
	10mm	0,46	0,44	0,39	0,36

Fonte: Argamassa de rejunte tipo II do fabricante "B"

1.4.2.3.3 Traço

De acordo com o fabricante "B" as argamassas possuem os traços mostrados na tabela 9 abaixo.

Tabela 9 Traço das argamassas do fabricante "B"

Argamassa	Composição
ACI	3 L para 1 saco (15kg)
ACII	3L para 1 saco (15kg)
ACIII	3,5L para 1 saco (15kg)
ACIII-E	4L para 1 saco (15kg)
Piso-sobre-piso	3,5L para 1 saco (15kg)
Rejunte tipo I	250 ml para 1 saco (1kg)
Rejunte tipo II	250 ml para 1 saco (1kg)

Fonte: Dados fornecidos pelo fabricante "B"

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho contém oito capítulos, sendo que o capítulo 1 abrange a introdução do trabalho, mostrando um pouco do histórico das argamassas, a importância do tema escolhido para elaboração deste TCC, a justificativa do tema, os objetivos que esse TCC pretende cumprir, a metodologia utilizada

mostrando também as especificações dos equipamentos utilizados e das argamassas testadas e por último a estrutura do trabalho.

O capítulo 2 abrange o revestimento externo, ressaltando as normas, suas propriedades, funções, os tipos de revestimentos (argamassa e cerâmicos), as camadas que compõem o revestimento, os ensaios e teste para avaliar a qualidade do mesmo e os fatores que influenciam seu desempenho.

O capítulo 3 tem como função mostrar as patologias existentes em fachadas e pisos cerâmicos quando são mal executados.

No capítulo 4, são mostrados os diagnósticos das patologias citadas no capítulo anterior.

Os capítulos 5 e 6 são voltados para os experimentos feitos no laboratório de materiais de construção do Centro Universitário do Rio Grande do Norte, onde o capítulo 5 mostra toda a metodologia dos ensaios e o 6 mostra os resultados e a análise dos dados.

O capítulo 7 contempla os estudos de caso, onde foram analisadas as manifestações patológicas no revestimento externo de condomínios residenciais, mostrando possíveis irregularidades no processo de execução dos serviços, o ensaio de Pull-Off feito *in-loco* e os resultados deste ensaio e a proposta de reparo.

O capítulo 8 abrange as conclusões do trabalho e posteriormente as referências.

2 SISTEMAS DE REVESTIMENTO DE FACHADAS E DE PISOS CERÂMICOS

De acordo com a ABNT NBR 13529 (2010 p.2), o sistema de revestimento é o “Conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo. ”

Normalmente são escolhidos para fachada materiais de revestimento apenas considerando a estética, a qualidade do material da camada mais externa, a facilidade de composição arquitetônica, o custo e a disponibilidade de aquisição no mercado, deixando de lado seu melhor desempenho.

Mas, o seu pleno desempenho só é satisfatoriamente obtido, quando o conjunto de camadas que compõem o revestimento cumpre a sua função. Segundo o código civil a responsabilidade civil do executor e do projetista é de 5 anos de acordo com o artigo 68, por isso a manutenção preventiva tem que ser feita de 2 a 5 anos, evitando-se assim a permanente ação dos agentes agressivos, que fatalmente irão deteriorar a superfície revestida ou tratada.

2.1 NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

- ABNT NBR 13749 (2013) - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação.

Esta Norma fixa as condições exigíveis para o recebimento de revestimento de argamassa inorgânico aplicado sobre paredes e tetos de edificações. Esta Norma aplica-se ao revestimento de elementos constituídos por concreto e alvenarias.

- ABNT NBR 13277(2005) - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água.

Esta norma especifica métodos para determinar o fator de retenção de água da argamassa.

- ABNT NBR 13279 (2005) - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.

Esta Norma estabelece o método para determinação da resistência à tração na flexão e da resistência à compressão de argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos, no estado endurecido.

- ABNT NBR 13528 (2010) - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração.

Esta Norma prescreve o método para a determinação da resistência de aderência à tração de revestimento de argamassa aplicados em obra ou laboratório sobre substratos inorgânicos não metálicos.

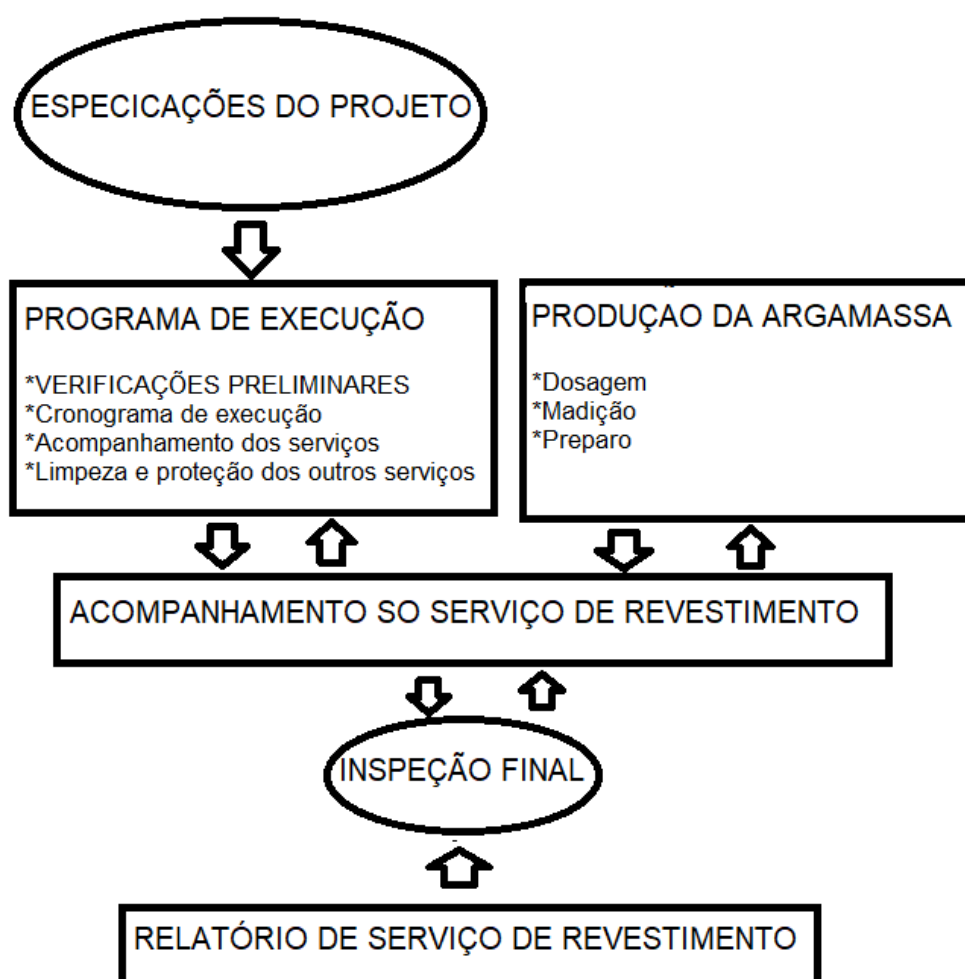
- ABNT NBR 13816 (1997), Placas Cerâmicas para Revestimento - Especificação.

Esta norma descreve que placas cerâmicas para revestimento são materiais compostos de argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo conformadas por diversos processos de fabricação e apresentando qualidades de incombustão e resistência à luz solar.

- ABNT NBR 7200 (1998) - Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento.

Esta norma especifica padrões ideais de execução do revestimento de modo a evitar anomalias posteriores à execução. A norma abrange o assunto passo a passo desde o projeto do revestimento até o acompanhamento da execução. A seguir um fluxograma esquemático das etapas, como mostra a (Figura 1) a seguir.

Figura 1 Fluxograma esquemático do acompanhamento do serviço de revestimento.



Fonte: ABNT NBR 7200 (1998), Adaptado.

2.2 FUNÇÃO DO REVESTIMENTO DE FACHADA E DO PISO CERÂMICO

Segundo Sabbatini (2003), os revestimentos devem ter as seguintes funções:

- *Proteção da edificação*: o revestimento de fachada tem a função de proteger os elementos de vedação e da estrutura contra a deterioração associada a durabilidade dos elementos, evitando assim a ação de agentes agressivos sobre o sistema.
- *Auxiliar as funções de vedação*: ajudar as vedações nas funções de estanqueidade ao ar e a água, proteção térmica e acústica e funções de segurança contra ação do fogo, intrusões e estrutural da própria vedação.
- *Regularizar a superfície*: regularização dos elementos de vedação, servindo de base regular e adequada ao recebimento de outros revestimentos ou constituir-se no acabamento final;
- *Proporcionar o acabamento final*: definindo as características estéticas da vedação da edificação, o padrão e o valor econômico da mesma.

2.3 TIPOS DE REVESTIMENTOS E SUAS PROPRIEDADES

Os revestimentos das fachadas mais utilizados no Brasil são aqueles onde as superfícies levam apenas revestimento de argamassas e acabamento final (pintura, textura etc) ou com revestimentos cerâmicos, os quais serão o foco principal deste trabalho.

2.3.1 Revestimento em argamassa

Esse sistema pode ser definido como um revestimento com multicamadas capazes de recobrir a superfície de concreto ou alvenaria, ao mesmo tempo em que cria um substrato adequado para receber o acabamento final (pintura, cerâmica, pastilha etc.). Argamassa é definida pela ABNT NBR 7200(1998 p.2) “ Mistura homogênea de agregado (s), miúdo (s), aglomerante

(s) inorgânico (s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento. ”

As argamassas são classificadas da seguinte maneira:

- Argamassa de aderência – chapisco;
- Argamassa de regularização – emboço;
- Argamassa de acabamento – reboco;
- Argamassas especiais – massa única.

Visto que o presente trabalho não tem a intenção de aprofundar-se nestas conceituações. As principais propriedades que o revestimento de argamassa deve possuir para cumprir suas funções adequadamente são:

- a) Aderência;
- b) Absorção de deformações;
- c) Resistência mecânica;
- d) Permeabilidade;
- e) Durabilidade.

Os revestimentos em argamassa são geralmente compostos por três camadas superpostas, contínuas e uniformes: chapisco, emboço (massa grossa) e reboco (massa fina). Cada uma delas tem uma função e requer cuidados específicos com relação ao traço e à forma de execução.

2.3.1.1 Retenção de água

É a capacidade que a argamassa precisa ter de não perder água de forma excessivamente rápida para o ambiente. Isto é necessário para que haja água em quantidade adequada para a correta hidratação do cimento e, consequente, o ganho de resistência.

Quando a argamassa não tem a capacidade de reter água o suficiente, podem ocorrer problemas de aderência, diminuição da capacidade de absorção de deformações e perda de resistência mecânica gerando perdas na durabilidade e estanqueidade do revestimento.

No caso de argamassas industrializadas, é prudente seguir rigidamente o procedimento de mistura proposto pelo fabricante. Para o caso de argamassa preparada *in-loco*, o uso de cal e de aditivos pode melhorar esta propriedade.

2.3.1.2 Aderência inicial

É o fenômeno mecânico que proporciona à argamassa a propriedade de se aderir no substrato poroso pela infiltração da pasta da argamassa nos poros, como mostra a (Figura 2) a seguir.

Figura 2 Aderência da argamassa na base.



Fonte: Baía e Sabbatini (2002).

Para que esta propriedade seja atendida é necessário se atentar à propriedade de retenção de água, tratada anteriormente, e às características relativas a base, como a porosidade, rugosidade e as condições de limpeza.

2.3.1.3 Retração na secagem

Os fatores responsáveis pela retração na secagem são a evaporação da água da massa e as reações de hidratação dos aglomerantes. Essa retração pode vir a ocasionar fissuras que, de acordo com a sua extensão e abertura,

podem causar problemas relativos à estanqueidade do revestimento no caso de permitir a percolação da água.

Para o correto desempenho do revestimento é necessária atenção aos materiais da argamassa, bem como com a dosagem de cada um desses materiais. Além disso, é preciso o controle da espessura das camadas e o intervalo de aplicação entre elas, devendo-se aguardar o momento correto para o sarrafeamento e desempenho.

2.3.1.4 Aderência

É a capacidade do revestimento de se aderir ao substrato. É uma combinação entre a resistência de aderência à tração e ao cisalhamento, tanto na interface argamassa e substrato, quanto no corpo da argamassa.

Segundo Baía e Sabbatini (2002), a resistência de aderência à tração pode ser medida pelo ensaio de aderência a base. A ABNT NBR 13749 (2013), estipula resultados mínimos para este ensaio de acordo com o local de aplicação e ao tipo de acabamento, conforme mostra a Tabela 04 a seguir.

Tabela 10 Limites de resistência de aderência à tração

Local	Tensão de tração (MPa)
INTERIOR	$\leq 0,2$
EXTERIOR	$\geq 0,3$

Fonte: ABNT NBR 13749 (2013)

2.3.1.5 Capacidade de acomodar deformações

O revestimento precisa ter a propriedade de suportar tensões sem fissurar, romper ou mesmo sem perder a aderência.

As fissuras podem ser o resultado do processo de alívio de tensões que se originam nas deformações da base. Fissuras de grande magnitude podem ser prejudiciais porque podem comprometer a estanqueidade do revestimento.

A capacidade do revestimento de acomodar estas deformações, segundo Baía e Sabbatini (2002), é em função de:

- Módulo de deformação da argamassa – Quanto menor o teor de cimento, menor é o valor do módulo e assim maior é a capacidade de acomodar deformações;
- Espessura da camada – Maiores espessuras, desde que em um limite que não influa negativamente na aderência, ajudam a acomodar deformações;
- Juntas de trabalho do revestimento – Diminuem a extensão dos panos, deixando-os compatíveis com as deformações.

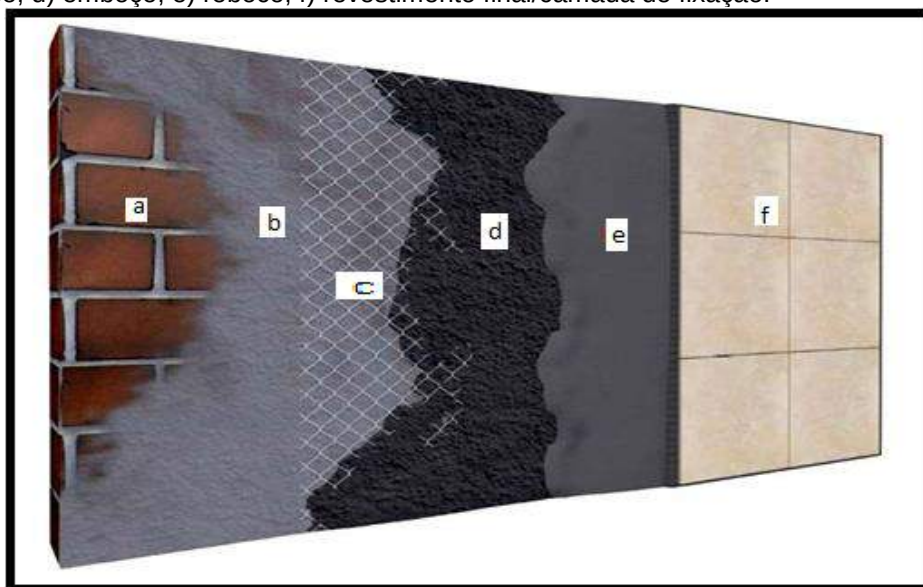
Essas propriedades, em maior ou menor intensidade são também aplicadas ao conjunto do revestimento cerâmico constituído pela camada de fixação e pela placa cerâmica, o qual será na sequência.

2.4 CAMADAS IMPORTANTES DOS SUBSISTEMAS

2.4.1 Paredes

Analisando sistematicamente esse subsistema, o revestimento cerâmico é composto dos seguintes componentes: (a) substrato ou base, (b) camada de regularização ou emboço, (c e d) camada de fixação, (e) revestimento cerâmico, (f) rejuntas e juntas (COSTA E SILVA, 2004), como mostra a (Figura 3) a seguir.

Figura 3 Base, camadas e componentes dos revestimentos. a) Substrato ou base, b) chapisco, c) reforço, d) emboço, e) reboco, f) revestimento final/camada de fixação.



Fonte: Revista Equipe de Obra, 2016

2.4.1.1 Substrato ou base

Se trata do componente de sustentação dos revestimentos, formado por alvenaria e/ou estrutura, sendo importante avaliar seu papel de influenciar no desempenho dos revestimentos, principalmente nos seguintes aspectos:

- *Capacidade de sucção de água*: capacidade de influenciar positivamente na ancoragem física, química ou mecânica de seus componentes, podendo ser comprometida caso haja contaminações na base ou tardo da peça cerâmica (sujeira, óleo, pó, graxa) que impedem o contato da argamassa com a superfície e reduzem a área de contato;
- *Textura superficial (rugosidade)*: quanto mais rugosa a superfície, tanto maior será a resistência de aderência, sobretudo devido ao incremento gerado na resistência ao cisalhamento.

2.4.1.2 Chapisco

É a etapa de preparo da base com o objetivo de torná-la mais rugosa e homogênea à absorção de água. O chapisco facilita a ancoragem do emboço. Por isso, requer uma argamassa de alta resistência mecânica. Para aplicação do chapisco, importante remover todo tipo de sujeira presente a fim de melhorar sua aderência à base. Há três tipos de chapisco mais usuais, conforme mostra a (Figura 4) abaixo:

- *Convencional*: Consiste no lançamento vigoroso de uma argamassa fluida sobre a base com uma colher de pedreiro. A textura final é rugosa, aderente e resistente. Pode ser aplicado por projeção em fachadas.
- *Industrializado*: Usualmente aplicado sobre a estrutura de concreto, esse tipo de chapisco é feito com argamassa industrializada. É aplicado com desempenadeira denteada.
- *Rolado*: Usa argamassa fluida obtida pela mistura de cimento e areia, com adição de água e aditivo. Pode ser aplicado tanto na estrutura como na alvenaria, com rolo para textura acrílica. É mais comumente aplicado em revestimentos internos.

Figura 4 Chapiscos mais usuais. A) convencional, B) desempenado, C) rolado.



Fonte: Revista Equipe de Obra, 2016

2.4.1.3 Emboço

É o componente responsável pela primeira camada do revestimento, devendo, de maneira geral, apresentar resistência de aderência compatível com os esforços a que permanecerá sujeita, suportando a camada de acabamento aderida sobre ela sem apresentar descolamento.

2.4.1.4 Reforço

As Telas para revestimento de argamassa são recomendadas para aplicação nas regiões de estrutura e de interface da estrutura com a alvenaria. Contribuem para a absorção das tensões provenientes da dilatação e retração do revestimento de argamassa, evitando o seu fissuramento. O uso de telas metálicas é indicado para estruturar camadas de revestimento espessas e/ou atenuar o aparecimento de fissuras provenientes de movimentações. Esses reforços geralmente são aplicados numa posição intermediária da espessura do emboço. A camada final de argamassa deve proporcionar cobertura mínimo da tela, como mostra a (Figura 5) a seguir.

Figura 5 Tela de reforço



Fonte: Revista Equipe de Obra, 2017

2.4.1.5 Reboco

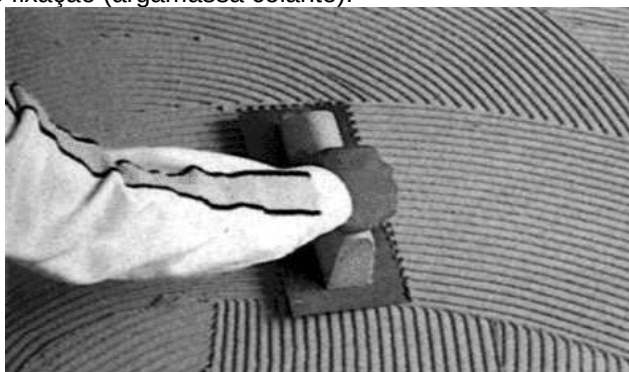
Também chamado de massa fina, é a camada final que torna a textura da parede mais lisa para receber pintura. Pode ser substituído pela aplicação de massa corrida. O reboco usa argamassa de areia e cal com granulometria mais fina que a do emboço. É aplicado com desempenadeira em movimentos circulares. No caso de placas cerâmicas e pastilhas, o reboco não é aplicado.

2.4.1.6 Revestimento final / Camada de fixação

Após a cura da argamassa, o que leva cerca de 25 dias, a superfície estará pronta para receber o revestimento final, como pintura ou constituída de placas cerâmicas, juntas entre as placas e rejunte. Sendo esta camada que estará exposta a ação das intempéries é a que mais sofre com as variações térmicas e de umidade.

- *Camada de fixação:* É a camada (argamassa colante) responsável por unir e manter a fixação das placas cerâmicas ao emboço, devendo resistir as tensões de tração e cisalhamento que ocorrem nas interfaces emboço/ argamassa colante e argamassa colante/ cerâmica, como mostra a (Figura 6).

Figura 6 Camada de fixação (argamassa colante).

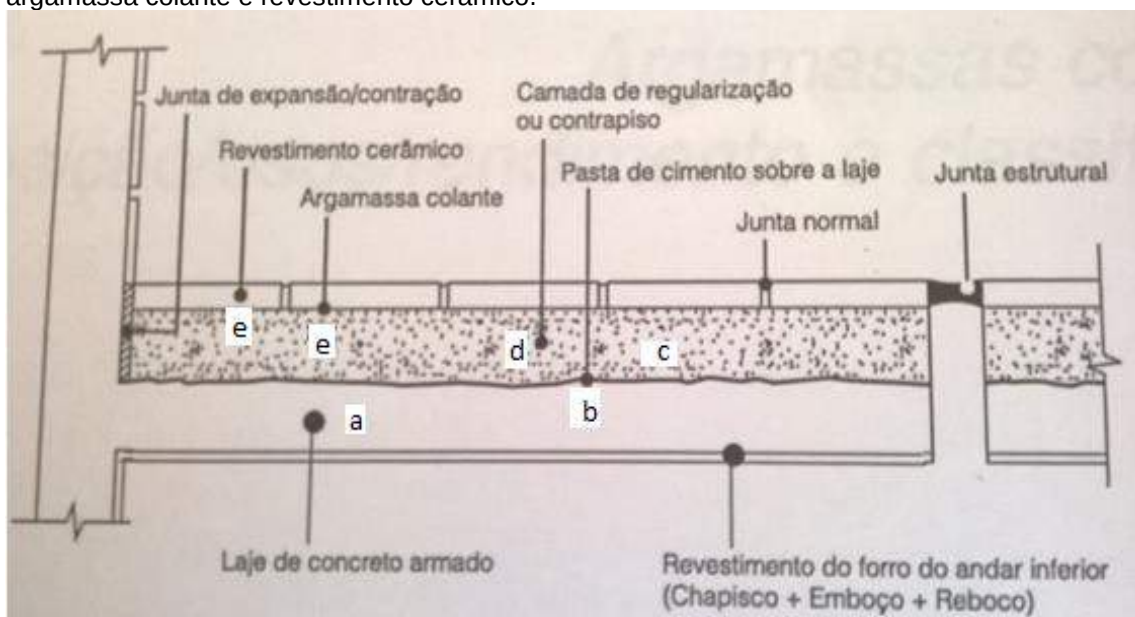


Fonte: Instituto de Arquitetura e Urbanismo, 2017

2.4.2 Piso

Para o piso, analisando sistematicamente seu subsistema, o revestimento cerâmico é composto dos seguintes componentes: laje ou lastro de concreto simples, camada de pasta de cimento, camada de argamassa de regularização, contrapiso, camada de argamassa colante com espessura uniforme, revestimento cerâmico (FIORITO,1994), como mostra a (Figura 7) abaixo.

Figura 7 Base, camadas e componentes dos revestimentos para pisos. a) laje de concreto armado, b) pasta de cimento sobre a laje, c) argamassa de regularização, d) contrapiso, e) argamassa colante e revestimento cerâmico.



Fonte: Foto tirada do Manual de Argamassas e Revestimentos Estudos e Procedimentos de Execução Antonio J. S. I. Fiorito,1994 p.23.Adaptado.

2.4.2.1 Laje ou lastro de concreto simples

Sobre o terrapleno (ou a impermeabilização), executa-se o lastro de concreto ou, no caso dos pavimentos de um edifício, os serviços são iniciados com a execução da laje. Se a base, lastro ou laje ainda recente, estiver bem nivelada e plana (não exceder o desvio de 3 mm em uma régua de 2 m) e com caimentos adequados, as placas cerâmicas podem ser aplicadas diretamente sobre esta superfície. Somente em poucos casos esta solução pode ser alcançada em uma obra. Em geral, é necessário realizar uma camada niveladora ou de regularização e, só depois, efetuar o assentamento do revestimento cerâmico.

Para evitar transmissão de esforços, deve-se esperar o tempo necessário para a estabilização da estrutura (28 dias).

Sobre as condições da base, seja lastro de concreto ou laje:

- Não pode apresentar superfícies muito lisas (nesse caso, será necessário apicoar);
- Não deve permitir a presença de umidade, ferrugem, pulverulência, graxas ou óleos (quando necessário, realizar limpeza com água pressurizada ou máquinas jateadoras de areia);
- Quando houver presença de bolor ou eflorescência ou em bases danificadas e com pinturas, a base e a impermeabilização devem ser inteiramente retiradas e refeitas;
- Bases antigas devem ser testadas, verificando a estabilidade, dureza e espessura, podendo ser necessário remover e refazer todos os serviços. A presença de substâncias contaminantes pode prejudicar a adesão entre a base e a camada posterior, podendo provocar desprendimentos.

2.4.2.2 Pasta de cimento

A pasta de cimento com índice de consistência normal, que nada mais é do que a mistura padronizada do cimento e água que apresenta propriedade reológica constante, é utilizada para a verificação de duas importantes

características do cimento Portland: tempo de pega e instabilidade de volume devido à cal livre.

2.4.2.3 Argamassa de regularização

É a argamassa utilizada na camada de regularização do piso, ou seja, no contrapiso, que tem a função de corrigir irregularidades e caimento do piso. Um traço comum (em volume) da argamassa de regularização é 1:5 ou 1:6 (cimento e areia média) com água suficiente para obter uma consistência de farofa.

2.4.2.4 Contrapiso

A camada de contrapiso tem a função de regularizar a base, proporcionando, quando necessário, o caimento de água adequado. É feita de argamassa, composta por água, cimento e areia, com traço de, geralmente, uma medida de cimento para quatro de areia. O ideal é usar areia média, sempre peneirada para eliminar impurezas. A água deve ser adicionada aos poucos, até obter-se uma massa úmida, com consistência de farofa.

2.4.2.5 Argamassa colante e revestimento cerâmico

É a camada, com cerca de 3 centímetros de espessura, de argamassa de cimento e areia com consistência de farofa (traço comum 1:5 / 1:6), que nivela o piso antes da aplicação do revestimento. Além de ter a função de receber o piso, o contrapiso também serve para: Corrigir desníveis da laje estrutural, deixando a superfície bem nivelada, embutir tubulações hidráulicas e elétricas, complementar sistemas de isolamento térmico ou acústico, resistir a pesos maiores durante o dia a dia da utilização da casa.

Após a cura da do contrapiso, o que leva cerca de 25 dias, a superfície estará pronta para receber o revestimento final, juntas entre as placas e rejunte. Sendo esta camada que estará exposta a ação das intempéries é a que mais sofre com as variações térmicas e de umidade. Vale ressaltar que a argamassa

colante é a camada responsável por unir e manter a fixação das placas cerâmicas, devendo resistir as tensões internas e externas.

2.5 FATORES QUE INFLUENCIAM O DESEMPENHO DO REVESTIMENTO EXTERNO

Tendo em vista as principais funções dos revestimentos externos de argamassa, a durabilidade é um dos seus principais requisitos de desempenho e, depende principalmente, dos seguintes fatores:

- Proteção dos revestimentos por detalhes arquitetônicos convenientes;
 - Penetração da umidade de infiltração;
 - Efeito da poluição atmosférica;
 - Natureza da base do revestimento, por questões de capacidade de ancoragem e problemas associados à reação de sulfatos e à movimentação de retração de secagem;
- Tipo de revestimento, composição e traço da argamassa, que têm influência intrínseca nas suas propriedades e compatibilidades com as características da base;
 - Grau de umedecimento da base, em função de sua influência na aderência e surgimento de eventuais eflorescências nos revestimentos;
 - O método de aplicação, principalmente, em função da natureza da base;
 - Danos causados por abrasão ou impactos;
 - Manutenção periódica.

3 PATOLOGIAS EXISTENTES EM SISTEMAS DE REVESTIMENTO DE FACHADAS

3.1 PATOLOGIAS CONGÊNITAS

São aquelas originárias da fase de projeto, em função da não observância das Normas Técnicas, ou de erros e omissões dos profissionais, que resultam em falhas no detalhamento e concepção inadequada dos

revestimentos. São responsáveis por grande parte das avarias registradas em edificações, conforme a (Figura 8) abaixo. Como exemplos têm:

- Ausência de juntas;
- Estrutura em balanço;
- Lajes Inclinadas;
- Variação do volume;

Figura 8 Patologia do tipo congênita



Fonte : Disponível: <http://www.nst.ufba.br/files/Antonio%20Sergio.pdf> Acessado em 2017

3.2 PATOLOGIAS CONSTRUTIVAS

Sua origem está relacionada à fase de execução da obra, resultante do emprego de mão-de-obra despreparada, produtos não certificados e ausência de metodologia para assentamento das peças, o que, segundo pesquisas mundiais, também são responsáveis por grande parte de das anomalias em edificações, conforme a (Figura 9) abaixo. Como exemplos têm:

- Condições da junta de assentamento;
- Uniformidade do substrato;
- Falha em etapas anteriores;
- Destacamento entre chapisco e concreto
- Desmoldante;

- Superfície do concreto de alta resistência;
- Problema no chapisco;
- Dosagens;
- Materiais constituintes;

Figura 9 Patologia do tipo construtiva



Fonte: Disponível: <http://www.nst.ufba.br/files/Antonio%20Sergio.pdf> Acessado em 2017

3.3 PATOLOGIAS ADQUIRIDAS

Ocorrem durante a vida útil dos revestimentos, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem, podendo ser naturais, decorrentes da agressividade do meio, ou decorrentes da ação humana, em função de manutenção inadequada ou realização de interferência incorreta nos revestimentos, danificando as camadas e desencadeando um processo patológico como mostra a (Figura 10) abaixo. Como exemplo têm:

- Eflorescência;
- Manutenções anteriores mal feitas;

Figura 10 Patologia do tipo adquirida



Fonte: Disponível: <http://www.nst.ufba.br/files/Antonio%20Sergio.pdf> Acessado em 2017

3.4 PATOLOGIAS ACIDENTAIS

Caracterizadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum. No que se refere às características da mão-de-obra disponível para trabalhar na construção, sabemos que tem vindo a mudar. A disponibilidade de mão-de-obra experiente sujeita a longos períodos de aprendizagem, reduziu substancialmente. Como exemplos têm:

- Acidentes de trânsito, conforme a (Figura 11) abaixo,
- Ação de chuvas com ventos de intensidade superior ao normal,
- Recalques,
- Incêndio.

Figura 11 Patologia do tipo acidental



Fonte: Disponível em: <https://jornalpequeno.com.br/2015/07/27/carro-amanhece-em-fachada-de-farmacia-em-sao-luis/>. Acesso em: 02 jul. 2017.

4 DIAGNÓSTICOS DAS PATOLOGIAS EXISTENTES

Pôde-se observar que as principais causas das patologias nos revestimentos aderidos, principalmente o cerâmico, de fachada e pisos estão nas fases de projeto e execução, seguidos pela má qualidade dos materiais utilizados e pela falta de manutenção.

O projeto de fachada, em grande parte dos casos em Natal ainda não existe, principalmente no caso de pequenas obras, e quando existe, há a falta detalhamento.

A mão de obra executiva, muitas vezes terceirizada, ganha por produção, o que faz cair muito a qualidade do serviço. Tal situação, associada a negligência dos responsáveis pelo controle do serviço, culminam em resultados indesejados.

A má qualidade dos materiais geralmente está associada a ausência de projetos ou a falta de especificação correta dos mesmos. A manutenção preventiva, que é a ideal para estas situações, não ocorre nos intervalos de tempo corretos, por falta de conhecimento dos usuários, e acaba dando lugar a manutenção corretiva, que acontece apenas após o surgimento dos problemas.

5 METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA AVALIAÇÃO DAS ARGAMASSAS INDUSTRIALIZADAS DO RIO GRANDE DO NORTE

5.1 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE PARA REVESTIMENTO INTERNO DO FABRICANTE "A"

No dia 15 de junho de 2016, no laboratório de materiais de construção do UNI-RN (centro universitário do Rio Grande do Norte) e com todas as normas brasileiras necessárias em mãos e com o ambiente preparado se começou a fazer os ensaios necessários para a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso. Primeiramente o preparado da argamassa industrial colante de revestimento interno de acordo com o traço indicado pelo fabricante "A", 3 litros de água para 1 saco de 20 kg de argamassa industrial e misturado até formar uma massa homogenia como mostram as (Figuras 12 e 13) a seguir.

Figura 12 Preparação da argamassa colante industrial ACI do fabricante "A"



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 13 Argamassa colante industrial ACI do fabricante "A"



Fonte: Autoria própria, 2016

Em seguida colocou-se a argamassa ao substrato como mostram as (Figuras 14 e 15) e foi assentado o revestimento cerâmico de tamanho 10x10cm como mostra a (Figura 16) abaixo.

Figura 14 Colocação da argamassa colante industrial ACI do fabricante "A" no substrato



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 15 Assentamento da argamassa industrial colante ACI do fabricante "A" para o assentamento das placas cerâmicas



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 16 Assentamento da placa cerâmica 10x10 cm



Fonte: Autoria própria, 2016

Após o tempo de cura da argamassa colante industrial do fabricante "A" realizamos o ensaio do Pull-off seguindo a ABNT NBR 15877(2010), que tem por objetivo prescrever os métodos de ensaio de laboratório e campo para se avaliar a resistência ao arrancamento ou aderência de um revestimento aplicado em substratos rígidos. Ela determina a maior força normal (tensão) que uma área de superfície poderá suportar antes que ocorra o arrancamento ou não de uma camada de revestimento sob uma força prescrita, qualificando e quantificando a falha de acordo com a sua natureza, se coesiva ou adesiva, como mostram as (Figuras 17,18 e 19) abaixo:

Figura 17 Preparação dos corpos de prova da argamassa industrial colante ACI do fabricante "A" para o ensaio do Pull-Off



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 18 Ensaio do Pull-Off no corpo de prova da argamassa industrial colante ACI do fabricante "A"



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 19 Após arrancamento do Corpo de prova da argamassa industrial colante ACI do fabricante "A"



Fonte: Autoria própria, 2016

O mesmo processo foi repetido para obtenção dos resultados dos 36 corpos de prova.

5.2 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE PARA REVESTIMENTO EXTERNO DO FABRICANTE "A"

Foi preparado a argamassa industrial colante de acordo com o traço indicado pelo fabricante, como mostram as (Figuras 20 e 21) abaixo, 4 litros de água para 1 saco de 20kg de argamassa industrial. Em seguida colocou-se a argamassa ao substrato e foi assentado o revestimento cerâmico de tamanho 10x10cm. Após o tempo de cura da argamassa colante industrial do fabricante "A" realizamos o ensaio do Pull-off como mostra a (Figura 22) abaixo, seguindo a ABNT NBR 15877(2010), que tem por objetivo prescrever os métodos de ensaio de laboratório e campo para se avaliar a resistência ao arrancamento ou aderência de um revestimento aplicado em substratos rígidos. Ela determina a maior força normal (tensão) que uma área de superfície poderá suportar antes que ocorra o arrancamento.

Figura 20 Preparação da argamassa colante industrial para revestimento externo do fabricante “A” para o assentamento das placas cerâmicas



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 21 Placas Cerâmicas assentadas



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 22 Arrancamento do Corpo de prova da argamassa colante industrial ACII do fabricante "A"



Fonte: Autoria própria, 2016

O mesmo processo foi repetido para obtenção dos resultados dos 34 corpos de prova.

5.3 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACIII-E DO FABRICANTE "A"

A argamassa colante industrial foi preparada de acordo com o traço indicado pelo fabricante, que foi 4 litros de água para 1saco de 20kg de argamassa. Em seguida colocou-se a argamassa ao substrato e foi assentado o revestimento cerâmico azul de tamanho 10x10cm como mostra a (Figura 23) abaixo. Após o tempo de cura da argamassa colante industrial do fabricante "A", que foi aproximadamente 24h após o assentamento, foi realizado o ensaio do Pull-off, seguindo a ABNT NBR 15877 (2010). Essa Norma tem por objetivo prescrever os métodos de ensaio de laboratório e campo para se avaliar a resistência ao arrancamento ou aderência de um revestimento aplicado em substratos rígidos. Ela quem determina a maior força normal (tensão) que uma área de superfície poderá suportar antes que ocorra o arrancamento ou não de uma camada de revestimento sob uma força prescrita, qualificando e quantificando a falha de acordo com a sua natureza, se coesiva ou adesiva e dizendo os parâmetros mínimos aceitáveis. Os dados após o ensaio foram coletados, armazenados e analisados.

Figura 23 Corpos de prova da argamassa colante industrial ACIII-E do fabricante “A”



Fonte: Autoria própria, 2016

O mesmo processo foi repetido para obtenção dos resultados dos 28 corpos de prova.

5.4 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE AC I DO FABRICANTE "B"

A argamassa colante industrial foi preparada de acordo com o traço indicado pelo fabricante, 3 litros de água para 1saco (15kg) de argamassa, como mostram as (Figuras 24 e 25) abaixo. Em seguida colocou-se a argamassa ao substrato e foi assentado o revestimento cerâmico azul de tamanho 10x10cm. Após o tempo de cura da argamassa colante industrial do fabricante "B", que foi aproximadamente 24h após o assentamento, foi realizado o ensaio do Pull-off como mostra a (Figura 26, 27 e 28) abaixo, seguindo a ABNT NBR 15877 (2010). Essa Norma tem por objetivo prescrever os métodos de ensaio de laboratório e campo para se avaliar a resistência ao arrancamento ou aderência de um revestimento aplicado em substratos rígidos. Ela quem determina a maior força normal (tensão) que uma área de superfície poderá suportar antes que ocorra o arrancamento ou não de uma camada de revestimento sob uma força prescrita, qualificando e quantificando a falha de acordo com a sua natureza.

Figura 24 Preparação da argamassa colante industrial ACI do fabricante “B”



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 25 Assentamento da placa cerâmica no revestimento



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 26 Preparação dos corpos de prova da argamassa colante industrial ACI do fabricante “B” para o ensaio de Pull-Off



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 27 Ensaio do Pull-Off no corpo de prova da argamassa colante industrial ACI do fabricante “B”



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 28 Após arrancamento do Corpo de prova da argamassa industrial colante ACI do fabricante "B"



Fonte: Autoria própria, 2016

O mesmo processo foi repetido para obtenção dos resultados dos 22 corpos de prova.

5.5 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE AC II DO FABRICANTE "B"

A argamassa colante industrial foi preparada de acordo com o traço indicado pelo fabricante, 3 litros de água para 1 saco (15kg) de argamassa, como mostra a (Figura 29). Em seguida colocou-se a argamassa ao substrato e foi assentado o revestimento cerâmico azul de tamanho 10x10cm. Após o tempo de cura da argamassa colante industrial do fabricante "B", que foi aproximadamente 24h após o assentamento, foi realizado o ensaio do Pull-off como mostra a (Figura 30) abaixo, seguindo a ABNT NBR 15877 (2010). Essa Norma tem por objetivo prescrever os métodos de ensaio de laboratório e campo para se avaliar a resistência ao arrancamento ou aderência de um revestimento aplicado em substratos rígidos. Os dados após o ensaio foram coletados, armazenados e analisados.

Figura 29 Argamassa colante industrial ACII do fabricante “B” pronta



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 30 Ensaio do Pull off no corpo de prova da argamassa industrial colante ACII do fabricante “B”



Fonte: Autoria própria, 2016

O mesmo processo foi repetido para obtenção dos resultados dos 21 corpos de prova.

5.6 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE AC III DO FABRICANTE "B"

A argamassa colante industrial foi preparada de acordo com o traço indicado pelo fabricante, 3,5 litros de água para 1saco (15kg) de argamassa. Em seguida colocou-se a argamassa ao substrato e foi assentado o revestimento cerâmico azul de tamanho 10x10cm como mostra a (Figuro 31) abaixo. Após o tempo de cura da argamassa colante industrial do fabricante "B", que foi aproximadamente 24h após o assentamento, foi realizado o ensaio do Pull-off, seguindo a ABNT NBR 15877 (2010). Essa Norma tem por objetivo prescrever os métodos de ensaio de laboratório e campo para se avaliar a resistência ao arrancamento ou aderência de um revestimento aplicado em substratos rígidos. Os dados após o ensaio foram coletados, armazenados e analisados.

Figura 31 Placas cerâmicas assentadas para realização do ensaio do Pull-Off



Fonte: Autoria própria, 2016

O mesmo processo foi repetido para obtenção dos resultados dos 20 corpos de prova.

5.7 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACIII-E DO FABRICANTE "B"

A argamassa colante industrial foi preparada de acordo com o traço indicado pelo fabricante, 4 litros de água para 1saco (15kg) de argamassa. Em seguida colocou-se a argamassa ao substrato e foi assentado o revestimento cerâmico azul de tamanho 10x10cm como mostra a (Figuro 31) abaixo. Após o tempo de cura da argamassa colante industrial do fabricante "B", que foi aproximadamente 24h após o assentamento, foi realizado o ensaio do Pull-off, seguindo a ABNT NBR 15877 (2010), essa Norma tem por objetivo prescrever os métodos de ensaio de laboratório e campo para se avaliar a resistência ao arrancamento ou aderência de um revestimento aplicado em substratos rígidos. Mas houve dificuldades e maior tempo de assentamento devido a textura e a consistência conforme a (Figura 32) abaixo da argamassa industrial colante do fabricante "B" pois a argamassa não aderiu facilmente ao substrato como mostram as (Figuras 33 e 34).

Figura 32 Textura e consistência da argamassa colante industrial ACIII-E do fabricante "B"



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 33 Assentamento argamassa colante industrial ACII-E do fabricante “B”



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 34 Argamassa colante industrial ACII-E do fabricante “B” após a realização do ensaio do Pull-Off



Fonte: Autoria própria, 2016

O mesmo processo foi repetido para obtenção dos resultados dos 20 corpos de prova.

Segundo o fabricante, a argamassa ACIII-E serve para impermeabilização de áreas molhas como piscinas, devido a este fato foi realizado o teste de absorção para verificação da impermeabilidade do material. Para este ensaio foi seguida a norma ABNT NBR 9778(2005). Primeiramente foram montados os corpos de prova no molde metálico 5x10 cm, quando a argamassa atingiu a cura, a mesma foi pesada para obtenção do peso seco, depois o corpo de prova foi submerso em um balde com água por 24h e foi medido o peso saturado. Para obtenção do resultado do teste aplicamos a fórmula para ensaio de absorção mostrada pela norma ABNT NBR 9778 (2005), mostrada na fórmula abaixo:

$$\text{Fórmula 01 – Absorção}$$

$$\frac{\text{Peso saturado} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100\%$$

Fonte: ABNT NBR 9778 (2005)

O mesmo processo foi repetido para obtenção dos resultados dos 2 corpos de prova.

5.8 ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE PISO SOBRE PISO DO FABRICANTE “B”

Para esta argamassa, foi necessário o assentamento cerâmico no substrato como mostra a (Figura 35), depois do seu tempo cura, foi preparado a argamassa colante industrial piso sobre piso de acordo com o traço indicado pelo fabricante, 3,5 litros de água para 1saco (15kg) de argamassa, como mostra a (figura 36). O processo de assentamento das placas cerâmicas e o ensaio do Pull-Off foi o mesmo da argamassa industrial colante para revestimento interno do fabricante “B”, mas houve dificuldades de assentamento, pois a argamassa não possuía uma boa trabalhabilidade deixando espaços vazios que constantemente eram necessários reaplicações. Os dados após o ensaio foram coletados, armazenados e analisados.

Figura 35 Assentamento cerâmico para colocação da argamassa colante industrial piso sobre piso do fabricante “B”



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 36 Preparação dos corpos de prova da argamassa colante industrial piso sobre piso para o ensaio do Pull-Off



Fonte: Autoria própria, 2016

O mesmo processo foi repetido para obtenção dos resultados dos 20 corpos de prova.

5.9 ARGAMASSA DE REJUNTE INTERIOR E EXTERIOR DO FABRICANTE "A"

A argamassa de rejunte serve para impedir que a água infiltre por entre as placas cerâmicas, então elas têm de possuir uma impermeabilidade baixa. Para testar se a argamassa está apta para uso, fizemos o teste de absorção seguindo a ABNT NBR 9778(2005). Primeiro foi preparado a argamassa de rejunte de acordo com o traço do fabricante, 330ml de água para 1saco (1kg) conforme (Figura 37) abaixo, foi reparado o molde metálico de 5x10cm conforme a (Figura 38) e colocamos a argamassa dentro para preparação do corpo de prova conforme (Figura 39) abaixo. Após o tempo de cura da argamassa de rejunte pesamos o peso seco do corpo de prova conforme (Figura 40), colocamos no balde coberto por água por 24horas conforme (Figura 41) abaixo, e pesamos o corpo de prova para obtenção do peso saturado conforme (Figura 42) abaixo. Depois aplicamos os resultados da pesagem na formula de absorção mostrada pela norma ABNT NBR 9778(2005), citada no teste de absorção da argamassa industrial colante ACIII-E do fabricante "B".

Figura 37 Preparação da argamassa de rejunte do fabricante "A"



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 38 Moldes para fabricação dos corpos de prova



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 39 Corpo de prova de rejunte do fabricante "A"



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 40 Peso seco do corpo de prova da argamassa de rejunte do fabricante “A”



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 41 Corpos de prova submersos



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 42 Peso saturado corpo de prova da argamassa de rejunte do fabricante “A”



Fonte: Autoria própria, 2016

O mesmo processo foi repetido para obtenção dos resultados dos 4 corpos de prova.

5.10 ARGAMASSADE REJUNTE TIPO I DO FABRICANTE "B"

A argamassa de rejunte foi preparada de acordo com o traço indicado pelo fabricante, 250 ml de água para 1saco (1kg) de argamassa. O teste de absorção foi feito igualmente ao teste de absorção da argamassa de rejunte interior e exterior do fabricante “A”.

O mesmo processo foi repetido para obtenção dos resultados dos 4 corpos de prova.

5.11 ARGAMASSA DE REJUNTE TIPO II DO FABRICANTE "B"

A argamassa de rejunte foi preparada de acordo com o traço indicado pelo fabricante, que era 250 ml de água para 1saco (1kg) de argamassa. O teste de absorção foi feito igualmente ao teste de absorção da argamassa de rejunte interior e exterior do fabricante “A”. O mesmo processo foi repetido para obtenção dos resultados dos 4 corpos de prova.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES DA PESQUISA

6.1 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE PARA REVESTIMENTO INTERNO DO FABRICANTE “A”.

Os resultados se encontram na tabela 11 abaixo.

Tabela 11 Resultados da argamassa industrial colante ACI do fabricante “A”.

Corpo de prova	Arrancamento (Kgf/cm ²)	Arrancamento (Mpa)	Número de voltas
01	1,69	0,1	4
02	3,71	0,3	8
03	2,70	0,2	5
04	2,73	0,2	8
05	1,91	0,1	5
06	3,88	0,3	9
07	3,98	0,3	7
08	3,78	0,3	8
09	2,54	0,2	5
10	3,79	0,3	9
11	3,25	0,3	10
12	3,83	0,3	7
13	3,00	0,3	11
14	3,96	0,3	6
15	3,51	0,3	8
16	1,32	0,1	4
17	1,69	0,1	4
18	1,85	0,1	7
19	2,84	0,2	8
20	3,81	0,3	8
21	3,06	0,3	6
22	1,41	0,1	5
23	3,29	0,3	7
24	2,62	0,2	6
25	3,36	0,3	14
26	3,75	0,3	10
27	3,59	0,3	10
28	3,24	0,3	10
29	3,99	0,3	8
30	3,09	0,3	20
31	3,31	0,3	7
32	3,06	0,3	5
33	3,00	0,3	6
34	3,10	0,3	5
35	2,64	0,2	6
36	3,20	0,3	6

Fonte: Autoria própria, 2016

Ao analisar os resultados obtidos, nota-se que a média obtida é de 3,0411 Kgf/cm² ou de 0,3 MPa. Quando comparamos esse resultado com a norma ABNT NBR 13749(2013), vimos que a argamassa ACI produzida pelo fabricante “A” está de acordo com a norma, estando acima no mínimo de 0,2 MPa para revestimento interno. Se analisarmos pela média, nota-se que essa argamassa está superdimensionada, pois está acima do valor mínimo de 0,2 Mpa estabelecido pela norma para revestimento interno podendo está causando prejuízo para o fabricante em termos de custo da matéria prima, pois está fabricando uma argamassa com força de aderência maior que o necessário. Mas também os corpos de prova 01,03,04,05,09,16,17,18 ficaram abaixo do valor previsto pela norma, isso pode ter ocorrido devido à falta de homogeneidade da argamassa havendo com pontos onde se concentra mais areia e outros que se concentra mais argamassa justificando a variabilidade do resultado ou também pode ter sido devido ao tempo em que o material ficou exposto ao oxigênio provocando o endurecimento do material e perdas de resistência de aderência a tração.

A Norma ABNT NBR 14081-1(2012) fixa os requisitos exigíveis para argamassas colantes industrializadas destinadas ao assentamento de placas cerâmicas pelo método de camada fina. Ela também define que a argamassa colante industrializada I possui características de resistência às solicitações mecânicas e termoigrométricas típicas de revestimentos internos, com exceção daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais.

A Norma ABNT NBR 13749(2013), fixa as condições exigíveis para o recebimento de revestimento de argamassa inorgânica aplicada sobre paredes e tetos de edificações. Aplica-se ao revestimento de elementos constituídos por concreto e alvenarias. Ela também estabelece o limite de resistência de aderência à tração para o revestimento de argamassa, podendo ser medido através do ensaio de arrancamento à tração. Ela também estabelece que em cada painel ensaiado será aceito se, do grupo de 12 ensaios pelo menos 8 valores de resistência de aderência à tração forem superiores ao mínimo exigido, após os 28 dias.

6.2 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE PARA REVESTIMENTO EXTERNO DO FABRICANTE “A”.

Os resultados se encontram na tabela 12 abaixo.

Tabela 12 Resultados da argamassa industrial colante ACII do fabricante “A”.

Corpo de prova	Arrancamento (Kgf/cm ²)	Arrancamento (Mpa)	Número de voltas
01	3,06	0,3	8
02	3,61	0,3	5
03	3,41	0,3	6
04	3,26	0,3	8
05	3,34	0,3	7
06	3,78	0,3	5
07	3,23	0,3	6
08	3,31	0,3	6
09	3,88	0,3	5
10	3,16	0,3	5
11	3,53	0,3	4
12	3,71	0,3	8
13	3,30	0,3	7
14	3,82	0,3	5
15	3,82	0,3	9
16	3,01	0,3	10
17	3,25	0,3	12
18	3,68	0,3	6
19	3,46	0,3	6
20	3,53	0,3	11
21	3,64	0,3	8
22	3,58	0,3	8
23	3,53	0,3	5
24	3,16	0,3	8
25	3,80	0,3	7
26	3,41	0,3	9
27	3,41	0,3	9
28	3,56	0,3	8
29	3,40	0,3	9
30	3,48	0,3	15
31	3,41	0,3	7
32	3,46	0,3	5
33	3,06	0,3	3
34	3,54	0,3	4

Fonte: Autoria própria, 2016

Ao analisar os dados, nota-se que a média obtida é de 3,4585 Kgf/cm² ou de 0,3MPa. Quando comparamos esse resultado com a norma ABNT NBR

13749(2013), vimos que a argamassa ACII produzida pelo fabricante “A” está de acordo com a norma, estando exatamente no valor mínimo de 0,3MPa para revestimento externo, ou seja, o fabricante não está tendo prejuízo ao fabricar esse tipo de argamassa, pois está cumprido o mínimo exigido pela norma. Também foi observado que não houve corpos de prova abaixo do valor previsto por norma.

6.3 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACIII-E DO FABRICANTE “A”

Os resultados se encontram na tabela 13 abaixo.

Tabela 13 Resultados da argamassa industrial colante ACIII-E do fabricante “A”.

Corpo de prova	Arrancamento (Kgf/cm ²)	Arrancamento (Mpa)	Número de voltas
01	3,36	0,3	10
02	3,80	0,3	7
03	3,95	0,3	7
04	3,21	0,3	5
05	3,84	0,3	7
06	3,56	0,3	9
07	3,05	0,3	7
08	3,80	0,3	8
09	3,61	0,3	6
10	3,25	0,3	7
11	3,43	0,3	4
12	2,76	0,2	9
13	3,65	0,3	14
14	3,89	0,3	9
15	3,11	0,3	9
16	3,71	0,3	8
17	3,71	0,3	9
18	3,81	0,3	9
19	3,81	0,3	9
20	3,48	0,3	6
21	4,01	0,4	6
22	3,61	0,3	7
23	3,72	0,3	7
24	3,92	0,3	10
25	3,39	0,3	11
26	3,81	0,3	21
27	3,56	0,3	6
28	3,15	0,3	9

Fonte: Autoria própria, 2016

Ao analisar os dados, nota-se que a média obtida é de 3,57 Kgf/cm² ou de 0,3MPa. Quando comparamos esse resultado com a norma ABNT NBR 13749(2013), vimos que a argamassa ACIII-E produzida pelo fabricante “A” está de acordo com a norma, estando no mínimo de 0,3 MPa para revestimento externo. Também foi observado o corpo de prova 12 ficou abaixo do valor previsto pela norma. Isso pode ter ocorrido devido à falta de homogeneidade da argamassa, ao tempo que ficou exposta o oxigênio.

6.4 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACI DO FABRICANTE "B"

Os resultados se encontram na tabela 14 abaixo.

Tabela 14 Resultados da argamassa industrial colante ACI do fabricante “B”.

Corpo de prova	Arrancamento (Kgf/cm ²)	Arrancamento (Mpa)	Número de voltas
01	2,56	0,2	16
02	2,50	0,2	15
03	2,64	0,2	10
04	2,67	0,2	14
05	2,83	0,2	14
06	2,35	0,2	17
07	2,16	0,2	8
08	2,18	0,2	9
09	2,05	0,2	11
10	2,72	0,2	14
11	1,81	0,1	9
12	2,97	0,2	20
13	2,01	0,2	24
14	3,01	0,3	12
15	2,07	0,2	14
16	2,95	0,2	12
17	1,86	0,1	12
18	2,96	0,2	7
19	2,88	0,2	4
20	2,18	0,2	5
21	2,25	0,2	8
22	3,08	0,3	7

Fonte: Autoria própria, 2016

Ao analisar os dados, nota-se que a média obtida é de 2,4859 Kgf/cm² ou de 0,2 MPa. Quando comparamos esse resultado com a norma ABNT NBR

13749(2013), vimos que a argamassa ACI produzida pelo fabricante “B” está de acordo com a norma, estando acima no mínimo de 0,2 MPa para revestimento interno. Também é notado que os corpos de prova 11 e 17 ficaram abaixo do valor previsto pela norma, isso pode ter ocorrido devido à falta de homogeneidade da argamassa, ao tempo que ficou exposta o oxigênio ou ao erro na execução do assentamento do corpo de prova.

6.5 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACII DO FABRICANTE “B”

Os resultados se encontram na tabela 15 abaixo.

Tabela 15 Resultados da argamassa industrial colante ACII do fabricante “B”.

Corpo de prova	Arrancamento (Kgf/cm ²)	Arrancamento (Mpa)	Número de voltas
01	3,16	0,3	16
02	3,10	0,3	16
03	3,69	0,3	7
04	3,24	0,3	22
05	3,89	0,3	20
06	3,15	0,3	8
07	3,99	0,3	6
08	3,69	0,3	14
09	3,56	0,3	15
10	2,39	0,2	11
11	3,64	0,3	10
12	3,93	0,3	12
13	3,56	0,3	14
14	3,22	0,3	11
15	3,64	0,3	13
16	3,12	0,3	18
17	3,21	0,3	17
18	3,66	0,3	6
19	3,12	0,3	8
20	3,63	0,3	10
21	3,09	0,3	12

Fonte: Autoria própria, 2016

Ao analisar os dados, nota-se que a média obtida é de 3,3036Kgf/cm² ou de 0,3 MPa. Quando comparamos esse resultado com a norma ABNT NBR 13749(2013), vimos que a argamassa ACII produzida pelo fabricante “B” está de acordo com a norma, estando no mínimo de 0,3 MPa para revestimento externo.

Também foi observado o corpo de prova 10 ficou abaixo do valor previsto pela norma. Isso pode ter ocorrido devido à falta de homogeneidade da argamassa, ao tempo que ficou exposta o oxigênio.

6.6 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACIII DO FABRICANTE "B"

Os resultados se encontram na tabela 16 abaixo.

Tabela 16 Resultados da argamassa industrial colante ACIII do fabricante "B".

Corpo de prova	Arrancamento (Kgf/cm ²)	Arrancamento (Mpa)	Número de voltas
01	4,16	0,4	23
02	4,15	0,4	20
03	3,93	0,3	8
04	4,14	0,4	15
05	3,92	0,3	28
06	4,28	0,4	8
07	4,15	0,4	9
08	4,13	0,4	7
09	3,95	0,3	24
10	3,90	0,3	23
11	2,90	0,2	23
12	3,76	0,3	21
13	3,81	0,3	20
14	2,90	0,2	27
15	4,09	0,4	8
16	4,28	0,4	11
17	3,99	0,3	15
18	3,87	0,3	11
19	3,86	0,3	11
20	4,01	0,4	16

Fonte: Autoria própria, 2016

Ao analisar os dados, nota-se que a média obtida é de 3,7228Kgf/cm² ou de 0,3 MPa. Quando comparamos esse resultado com a norma ABNT NBR 13749(2013), vimos que a argamassa ACIII produzida pelo fabricante "B" está de acordo com a norma, estando no mínimo de 0,3 MPa para revestimento externo. Foi observado que há uma quantidade considerável de corpos de prova que estão acima do mínimo previsto por norma e que os corpos de prova 11 e 14 ficaram, abaixo do valor previsto pela norma. Isso pode ter ocorrido devido à falta de homogeneidade da argamassa, ao tempo que ficou exposta o oxigênio.

6.7 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE ACIII-E DO FABRICANTE "B"

Os resultados se encontram na tabela 17 abaixo.

Tabela 17 Resultados da argamassa industrial colante ACIII-E do fabricante "B".

Corpo de prova	Arrancamento (Kgf/cm ²)	Arrancamento (Mpa)	Número de voltas
01	0,234	0,02	2
02	2,01	0,2	3
03	0,59	0,05	1
04	0,76	0,07	2
05	_*	_*	_*
06	_*	_*	_*
07	_*	_*	_*
08	_*	_*	_*
09	_*	_*	_*
10	_*	_*	_*
11	0,8	0,08	4
12	0,25	0,025	2
13	0,97	0,09	5
14	_*	_*	_*
15	_*	_*	_*
16	_*	_*	_*
17	_*	_*	_*
18	_*	_*	_*
19	_*	_*	_*
20	0,1	0,01	

*-Sem Aderência

Fonte: Autoria própria, 2016

Mesmo que a norma ABNT NBR-14081-1(2012) não reconhecer que exista uma argamassa ACIII-E, analisamos os dados com a pior situação dada pela norma ABNT NBR 13749(2013). Ao analisar os dados, nota-se que a média obtida é de 0,272095Kgf/cm² ou de 0,02 MPa. Quando comparamos esse resultado com a norma ABNT NBR 13749(2013), vimos que a argamassa ACIII-E produzida pelo fabricante "B" não está de acordo com a norma, pois não atingiu o mínimo o mínimo de 0,3 MPa para revestimento externo. Foi observado que há uma quantidade considerável de corpos de prova que foram arrancados a mão.

Os resultados da absorção se encontram na tabela 18 abaixo.

Tabela 18 Resultados do teste de absorção da argamassa industrial colante ACIII-E do fabricante "B".

Corpos de prova	Peso seco (kg)	Peso saturado (Kg)	Absorção (%)	Absorção (g/cm ²)
01	0,234	0,238	1,68	0,20
02	0,375	0,384	2,34	0,20

Fonte: Autoria própria, 2016

A absorção da argamassa industrial colante ACIII-E produzida pelo fabricante "B" possui uma absorção muito baixa, ou seja, ela realmente cumpre seu papel de ser impermeável.

6.8 RESULTADOS DA ARGAMASSA INDUSTRIAL COLANTE PISO SOBRE PISO DO FABRICANTE "B"

Os resultados se encontram na tabela 19 abaixo.

Tabela 19 Resultados da argamassa industrial colante piso sobre piso do fabricante "B".

Corpo de prova	Arrancamento (Kgf/cm ²)	Arrancamento (Mpa)	Número de voltas
01	1,13	0,1	10
02	1,87	0,1	17
03	2,01	0,2	14
04	1,87	0,1	10
05	1,25	0,1	8
06	1,04	0,1	16
07	1,48	0,1	9
08	1,91	0,1	9
09	1,12	0,1	10
10	1,68	0,1	11
11	1,36	0,1	11
12	1,96	0,1	8
13	2,05	0,2	11
14	1,56	0,1	10
15	1,43	0,1	9
16	1,61	0,1	7
17	1,95	0,1	6
18	1,75	0,1	9
19	1,64	0,1	8
20	1,86	0,1	6

Fonte: Autoria própria, 2016

Mesmo que a norma ABNT NBR 13528 (2010) não reconheça a argamassa industrial colante piso sobre piso como argamassa colante (pois ela afirma que há somente 3 tipos de argamassa que são: ACI, ACII e ACIII) ela ainda é comercializada pelo fabricante “B” por isso fizemos testes com ela. Ao analisar os dados, nota-se que a média obtida é de 1,6265 Kg/cm² ou de 0,1 MPa. Quando comparamos esse resultado com a norma ABNT NBR 13749 (2013), vimos que a argamassa piso sobre piso produzida pelo fabricante “B” não está de acordo com a norma, pois não atingiu o mínimo o mínimo de 0,2 MPa para revestimento interno. Foi observado que somente os corpos de prova 03 e 13 foram os únicos que conseguiram alcançar o mínimo exigido por norma.

6.9 RESULTADOS DA ARGAMASSA DE REJUNTE INTERIOR E EXTERIOR DO FABRICANTE “A”

Os resultados se encontram na tabela 20 abaixo.

Tabela 20 Resultados da argamassa de rejunte interior e exterior do fabricante “A”

Corpo de prova	Peso seco (kg)	Peso saturado (Kg)	Absorção (%)	Absorção (g/cm ²)
01	0,3486	0,3541	1,55	0,28
02	0,3418	0,3475	2,21	0,29
03	0,3481	0,3532	1,44	0,26
04	0,3477	0,3531	2,90	0,27

Fonte: Autoria própria, 2016

Ao analisar os dados, nota-se que a média obtida da absorção de água é de 0,275 g/cm². Quando se compara esse resultado com a norma ABNT NBR 14992(2003) vimos que a argamassa de rejunte do fabricante “A” está de acordo, pois respeita o máximo exigido de 0,30 g/cm² para ambientes externos e 0,60g/cm² para ambientes internos.

A norma ABNT NBR 14992(2003) tem o objetivo especificar os requisitos exigidos no recebimento da argamassa de rejunte a base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas no revestimento de pisos e paredes.

6.10 RESULTADOS DA ARGAMASSA DE REJUNTE TIPO I DO FABRICANTE "B"

Os resultados se encontram na tabela 21 abaixo.

Tabela 21 Resultados da argamassa de rejunte tipo I do fabricante "B"

Corpo de prova	Peso seco (kg)	Peso saturado (Kg)	Absorção (%)	Absorção (g/cm ²)
01	0,3490	0,3566	3,49	0,39
02	0,3428	0,3535	2,12	0,54
03	0,3484	0,3596	3,21	0,57
04	0,3474	0,3586	3,12	0,57

Fonte: Autoria própria, 2016

Ao analisar os dados, nota-se que a média obtida da absorção de água é de 0,5175 g/cm². Quando se compara a norma ABNT NBR 14992(2003) vimos que a argamassa de rejunte tipo I do fabricante "B" está de acordo com a norma, pois respeita o máximo exigido de 0,60 g/cm² para ambientes internos.

6.11 RESULTADOS DA ARGAMASSA DE REJUNTE TIPO II DO FABRICANTE "B"

Os resultados se encontram na tabela 22 abaixo.

Tabela 22 Resultados da argamassa de rejunte tipo II do fabricante "B"

Corpo de prova	Peso seco (kg)	Peso saturado (Kg)	Absorção (%)	Absorção (g/cm ²)
01	0,3481	0,3535	1,53	0,27
02	0,3436	0,3491	1,49	0,28
03	0,3475	0,3516	1,17	0,21
04	0,3494	0,3551	1,60	0,26

Fonte: Autoria própria, 2016

Ao analisar os dados, nota-se que a média obtida da absorção de água é de 0,255 g/cm². Quando se compara a norma ABNT NBR 14992(2003) vimos que a argamassa de rejunte do fabricante "A" está de acordo com a norma, pois respeita o máximo exigido de 0,30 g/cm² para ambientes externos e 0,60g/cm² para ambientes internos.

7 ESTUDOS DE CASO

Com o objetivo de melhor ilustrar algumas manifestações patológicas em fachadas, foi realizado um levantamento fotográfico de edificações na cidade de Natal/RN que apresentavam estes problemas.

Além das fotografias, será apresentada a descrição da patologia, hipótese da patologia, o ensaio do feito *in-loco* e a proposta de reparo.

As edificações, construtoras ou profissionais não serão identificadas para melhor preservação dos mesmos.

7.1 ESTUDO DE CASO 1

As (Figuras 43, 44 e 45) mostram o estado da fachada do prédio do estudo de caso 1.

Figura 43 Fachada da Edificação 1



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 44 Descolamento cerâmico da edificação 1



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 45 Descolamento cerâmico da fachada lateral da edificação 1



Fonte: Autoria própria, 2016

7.1.1 Descrição da patologia

Deslocamento de peças cerâmicas 10 x 10 cm (em vermelho e branco)

7.1.2 Hipóteses das possíveis causas

As hipóteses estabelecidas através de verificação visual foram:

- Imperícia ou negligência da mão-de-obra de execução e controle (mestres, encarregados, engenheiros, estagiários).
- Falta de fiscalização durante a obra e da falta de manutenção pós-obra.

7.1.3 Resultado do ensaio do Pull-Off *in-loco*

Os resultados se encontram na tabela 23 abaixo.

Tabela 23 Resultado do ensaio de Pull-Off na edificação 1

Corpo de prova	Arrancamento (Kgf/cm ²)	Arrancamento (Mpa)	Número de voltas
01	1,14	0,1	16
02	0,39	0,03	15
03	2,70	0,2	10
04	2,47	0,2	16
05	2,34	0,2	18
06	2,04	0,2	20
07	3,01	0,3	8
08	0,5	0,05	9

Fonte: Autoria própria, 2016

7.1.4 Análise dos resultados do ensaio do Pull-Off *in-loco*

Ao analisar os dados, nota-se que a média obtida é de 1,82375 Kgf/cm² ou de 0,1 MPa. Ao comparar os resultados com a norma ABNT NBR 13749(2013), foi notado que a argamassa da fachada não está de acordo com a norma, pois não chega ao no mínimo de 0,3 MPa para revestimento externo. Foi observado que uma grande parte dos corpos de prova estão muito abaixo do

valor mínimo estabelecido e apenas o corpo de prova 07 encontra-se de acordo com a norma.

7.1.5 Propostas de reparo

A forma ideal de reparo seria a retirada de todo o revestimento cerâmico existente e a execução de um novo revestimento de fachada, seja ele cerâmico ou não, com profissionais qualificados e baseados em um projeto específico.

Mas como essa solução seria bastante onerosa, a solução mais interessante passa a ser a verificação da condição de todo o RCF, realizando um teste a percussão em cada placa cerâmica e nas que apresentarem som cavo deve ser realizada sua substituição, além da realização do teste de pull-off em toda a fachada da edificação em três alturas distintas (inferior(primeiro pavimento), central(pavimento localizado na metade da altura da edificação) e superior(último pavimento)) .

7.2 ESTUDO DE CASO 2

As (Figuras 46, 47) mostram o estado da fachada do prédio do estudo de caso 1.

Figura 46 Fachada da Edificação com descolamento cerâmico da edificação



Fonte: Autoria própria, 2016

Figura 47 Descolamento cerâmico da fachada lateral da edificação 2



Fonte: Autoria própria, 2016

7.2.1 Descrição da patologia

Deslocamento de peças cerâmicas 10 x 10 cm (em e branco e preto)

7.2.2 Hipóteses das possíveis causas

As hipóteses estabelecidas através de verificação visual foram:

- Imperícia ou negligência da mão-de-obra de execução e controle pois haviam vários lugares que não foi colocado argamassa colante para a fachada como mostra a figura 48 (mestres, encarregados, engenheiros, estagiários).
- Falta de fiscalização durante a obra e da falta de manutenção pós-obra.

Figura 48 Ausência de argamassa colante na placa



Fonte: Autoria própria, 2016

7.2.3 Resultado do ensaio do Pull-Off *in-loco*

Os resultados se encontram na tabela 24 abaixo.

Tabela 24 Resultado do ensaio de Pull-Off na edificação 2

Corpo de prova	Arrancamento (Kgf/cm ²)	Arrancamento (Mpa)	Número de voltas
01	2,54	0,2	10
02	2,25	0,2	15
03	0,41	0,04	03
04	2,47	0,2	16
05	0,9	0,09	05
06	2,04	0,2	09
07	1,80	0,1	08
08	1,97	0,1	09
09	1,85	0,1	08
10	2,35	0,2	16
11	1,67	0,1	04
12	2,38	0,2	19

Fonte: Autoria própria, 2016

7.2.4 Análise do resultados do ensaio do PullOff *in-loco*

Ao analisar os dados, nota-se que a média obtida é de 1,96916 Kgf/cm² ou de 0,1 MPa. Ao comparar os resultados com a norma ABNT NBR 13749(2013), foi notado que a argamassa da fachada não está de acordo com a norma, pois não chega ao no mínimo de 0,3 MPa para revestimento externo.

Figura 49 Ensaio de Pull Off sendo realizado na fachada



Fonte: Autoria própria, 2016

7.2.5 Propostas de reparo

A forma ideal de reparo seria a retirada de todo o revestimento cerâmico existente devido à falta de argamassa colante em vários locais da fachada e a execução de um novo revestimento de fachada, seja ele cerâmico ou não, com profissionais qualificados e baseados em um projeto específico.

Mas como essa solução seria bastante onerosa, a solução mais interessante passa a ser a verificação da condição de todo o RCF, realizando um teste a percussão em cada placa cerâmica e nas que apresentarem som cavo devem ser realizadas sua substituição, além da realização do teste de pull-off em toda a fachada da edificação em três alturas distintas inferior (primeiro pavimento), central (pavimento localizado na metade da altura da edificação) e superior (último pavimento).

8 CONCLUSÕES

De acordo com os ensaios feitos vimos que as argamassas interna e externa produzida pelo fabricante “A” está de acordo com a ABNT NBR 13528(2010) para Revestimento de paredes de argamassar inorgânicas a argamassa para interiores ultrapassa a resistência mínima de 0,2MPa, chegando em 0,3MPa, a argamassa para exteriores também se encontra de acordo com a norma da ABNT pois atinge a resistência mínima de 0,3 Mpa de aderência para revestimento externo a argamassa ACIII-E produzida pelo fabricante “A” também está de acordo com a norma, pois sua média supre o mínimo exigido de 0,3 MPa.

A argamassa ACI, ACII, ACIII do fabricante “B” está de acordo com a norma pois a argamassa ACI atingiu uma média de 0,2 Mpa e de acordo com a ABNT NBR 13528 (2010) para Revestimento de paredes de argamassar inorgânicas o mínimo para ambientes internos é 0,2Mpa. A ACII e ACIII ficaram com uma média de 0,3 Mpa e também se encontram de acordo, pois para revestimento externo a norma ABNT NBR 13528 (2010) diz que o mínimo é de 0,3 MPa. Houve até casos de rompimento da pastilha cerâmica, mas argamassa não descolou do substrato mostrando que a argamassa tem muita aderência.

Mesmo possuindo uma absorção de água muito baixa mostrando que vai impedir a passagem de água para o substrato como a embalagem propõe, a argamassa ACIII-E do fabricante "B" foi reprovada, ou seja, não pode ser usada em ambientes externos e internos, pois se encontra muito abaixo do que norma ABNT NBR 13528 (2010) exige.

A argamassa piso sobre piso do fabricante "B" também está de acordo com a norma ABNT NBR 13528 (2010), devido ao fato de atingir a resistência mínima para ambientes interno de 0,2 MPa. Vale ressaltar que esta argamassa também possui uma difícil trabalhabilidade, pois necessita de constantes reaplicações devido ao aparecimento de espaços vazios, também deve ser reconhecido o fato que ela não é reconhecida pela ABNT NBR 13528 (2010) como argamassa colante e que se for escolhido o uso dessa argamassa em prédios, deve-se perguntar ao projetista se a edificação suporta o peso, pois sua aplicação dobra o piso de revestimento.

Tanto o rejunte produzido pelo fabricante "A" como o produzido pelo fabricante "B" foram aprovados, pois possuem uma baixa absorção de água, se tornando impermeáveis, ou seja, impedem a passagem de água para a argamassa.

A fachada de revestimento cerâmico da edificação 1 precisa ser totalmente substituída por um revestimento cerâmico, com profissionais qualificados e baseados em um projeto específico. Mas como essa solução seria bastante onerosa, a solução mais interessante passa a ser a verificação da condição de todo o RCF, realizando um teste a percussão em cada placa cerâmica e nas que apresentarem som cavo devem ser realizadas sua substituição.

A melhor argamassa industrial colante analisada foi a argamassa ACI do fabricante "A", pois ela tem resistência suficiente para ser usada em revestimento externo e o custo dela é de revestimento interno, ou seja, mais barato, com isso essa argamassa tem o melhor custo/benefício.

A pior argamassa industrial colante analisada foi a argamassa ACIII-E do fabricante "B", pois possui uma absorção de água muito baixa, não tem aderência ao substrato não estando de acordo com a norma ABNT NBR

13749(2013) e também possui péssima trabalhabilidade não tendo um bom custo/benefício

Infelizmente em Natal (RN) as patologias de argamassa nas fachadas estão sendo cada vez mais visíveis e comuns no dia a dia da cidade como mostra os estudos de caso apresentados, principalmente em prédios com até 5 anos de construído (estudo de caso 2) devido aos frequentes casos de deslocamento de placas cerâmicas no estado do Rio Grande do Norte, mas especificadamente em Natal (RN) e de acordo com a análise feita neste TCC foi comprovado que essa patologia ocorre devido a execução mal feita e falta de fiscalização das autoridades competentes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro: Abnt – Associação Brasileira de Normas Técnicas Printed In Brazil, 1998.

_____. **NBR 13277**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro: Abnt –Associação Brasileira de Normas Técnicas Printed In Brazil,2005.

_____. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro: Abnt – Associação Brasileira de Normas Técnicas Printed In Brazil,2005.

_____. **NBR 13528**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro: Abnt – Associação Brasileira de Normas Técnicas Printed In Brazil,2010.

_____. **NBR13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Terminologia. Rio de Janeiro: Abnt – Associação Brasileira de Normas Técnicas Printed In Brazil,2013.

_____. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro: Abnt – Associação Brasileira de Normas Técnicas Printed In Brazil,2013.

_____. **NBR 14992**: A.R. – Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: Abnt – Associação Brasileira de Normas Técnicas Printed In Brazil,2003.

_____. **NBR 15877**: Pintura industrial — Ensaio de aderência por tração. Rio de Janeiro: Abnt – Associação Brasileira de Normas Técnicas Printed In Brazil,2010.

Baía, L.L.M; Sabbatini, F.H. **PROJETO E EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA**. 83p. Nome da Rosa, São Paulo, 2002.

CONSTRUÇÃO, Comunidade da. **MANUAL DE REVESTIMENTO DE FACHADA.** Disponível em: <http://www.comunidade-da-construcao.com.br/upload/ativos/280/anexo/ativosm-anu.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2016

COSTA, Pedro Laranja D'araujo. **PATOLOGIAS DO PROCESSO EXECUTIVO DE REVESTIMENTOS DE FACHADA DE EDIFÍCIOS.** 2013. 81 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Cap. 9. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008138.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2016.

EQUIPE DE OBRA (São Paulo). **Base, camadas e componentes dos revestimentos.** 2004. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/105/melhores-praticas-trincas-e-manchas-de-umidade-380980-1.aspx>. Acesso em: 02 jul. 2017

FIORITO A.J.S.T –**MANUAL DE ARGAMASSAS E REVESTIMENTOS**–2ª Edição –PINI –2009

FRANCO A.L.C –**REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADA, COMPOSIÇÃO, PATOLOGIAS E TÉCNICAS DE APLICAÇÃO** – Monografia(especialização)UFMG-Belo Horizonte – 2008.

INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO. **Etapas do ensaio de resistência a tração.** Disponível em: <http://www.iau.usp.br/index.php>. Acesso em: 03 jun. 2017.

NAKANUMA. J. Reportagem disponível em:<<http://www.equipedeobra.com.br/construcao-reforma/62/artigo292697-1.asp>,>acessado em: 15/05/2017

NAKANUMA. J. Reportagem disponível em:<<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/92/artigo32824-2.asp>,>acessado em:19/05/2017

PEREIRA, Fábio Sérgio da Costa. **PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM NATAL.**Disponível em: <<http://www.crea-rn.org.br/artigos/ver/107>>. Acesso em: 25 jul. 2016

RIBEIRO, A.R.; BARROS, M.M.S.B. **JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADAS**. 142p. Pini, São Paulo, 2010.

SIQUEIRA, Paulo Enrico Pelegrini. **EXECUÇÃO DE FACHADA EM CERÂMICA ESTUDO DE CASO**. 2014. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/b02cf1be10bd717c0a393c1d9eaa804e.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2016.

THOMAS, Érico. **TRINCAS EM EDIFÍCIOS: CAUSAS, PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO**. São Paulo, 1989.

TOTEN (São Paulo). **Dureza superficial em argamassa**. 2016. Disponível em: <http://toten.eng.br/portfolio/>. Acesso em: 02 jul. 2017.