



UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LEONARDO RETTORE

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO APLICADO EM
PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO AUTO ADENSÁVEL COM
DIFERENTES RESISTÊNCIAS**

CAXIAS DO SUL

2021

LEONARDO RETTORE

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO APLICADO EM
PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO AUTO ADENSÁVEL COM
DIFERENTES RESISTÊNCIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador Prof. Me. Maurício Schäfer

CAXIAS DO SUL

RESUMO

RETTORE, Leonardo. **Avaliação do sistema de revestimento argamassado aplicado em painéis pré-fabricados de concreto auto adensável com diferentes resistências.** 74 p. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2021.

Nos últimos anos, houve uma crescente evolução na resistência das estruturas e na agilidade de execução no canteiro de obras, da construção civil. Como consequência disso, houve um aumento na demanda para as indústrias de pré-fabricados, pois eles permitem agilidade na execução da obra e, as estruturas de concreto protendido proporcionam construções com elevadas resistências. Afim de proporcionar peças com melhor acabamento superficial, as indústrias começaram a utilizar o concreto autoadensável na fabricação de suas peças. Esse concreto proporciona peças com baixa porosidade, de elevada resistência e em conjunto com a utilização de fôrmas metálicas, proporcionam peças com baixa rugosidade superficial. Esta pesquisa possui como objetivo avaliar se a porosidade e a rugosidade superficial das placas pré-fabricadas, influenciam na aderência à tração do sistema de revestimento cerâmico e se a tipologia da argamassa colante influencia na aderência desse sistema. Nesta pesquisa, foi utilizado placas de concreto auto adensável de diferentes resistências, 35 MPa e 45 MPa, que foram confeccionadas por duas indústrias de pré-fabricados diferentes. Duas placas de cada resistência foram mantidas sem tratamento, outras duas foram escovadas e outras duas foram apicoadas. As pastilhas cerâmicas, foram aplicadas diretamente sobre os substratos, sem a utilização do chapisco e do emboço, utilizando argamassa colante do tipo I e argamassa colante do tipo III piso sobre piso cinza para áreas externas, as duas argamassas foram aplicadas em todos os tipos de substratos. Após 28 dias da aplicação das argamassas colantes, foram realizados os ensaios de aderência à tração de cada sistema de revestimento. Os sistemas de revestimento apresentaram resultados satisfatórios, todos os sistemas obtiveram resultados superiores ao indicado pela norma. De modo geral, a diferença da resistência a compressão dos substratos não influenciou na aderência do sistema de revestimento. Os substratos que não sofreram nenhum tratamento superficial obtiveram os melhores resultados de aderência do revestimento. Referente as argamassas colantes, as argamassas colantes do tipo III apresentaram os melhores resultados do sistema de aderência, mas as argamassas colantes do tipo I, principalmente nos substratos sem tratamento, obtiveram resultados positivos, acima do previsto em norma.

Palavras-chaves: pré-fabricados, concreto auto adensável, porosidade, rugosidade, resistência de aderência a tração.

ABSTRACT

RETTORE, Leonardo. **Performance evaluation of mortar coating systems applied in prefabricated self-compacting concrete panels with different strengths**. 74 p. Final Paper of Civil Engineering Course – University of Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2021.

In the last few years, there was an increasing evolution on the structures strength and speed of execution of works on the job site, in construction industry. Thus, there was also an increase on the search for prefabricated industries, since they bring greater agility on construction process and, the prestressed concrete structures that provide high strength constructions. With the aim of providing a work with better surface-finishing, the industries started using the self-compacting concrete on their manufacturing, as though this concrete offers low porosity and high strength pieces, that when combined with the use of metallic formwork provide low surface roughness. Thinking of that, this research has the aim of evaluating if the porosity and the roughness of the prefabricated substrate has any influence on the tensile bond of the ceramic coating and if the kind of adhesive mortar influences the adhesion system. On this paper it has been used two different strengths of concrete, of two different prefabricated companies, both operate self-compacting concrete, one offers 35MPa concrete and the other, 45MPa. To analyze the surface-finishing roughness influence, two board of each company have been kept without any treatment, the other two have been brushed and other two have been hammered. The ceramic pastilles were applied directly on the substrate, without using roughcast or plastering, it only has been applied adhesive mortar of type I and III, both applied in all the types of substrates. After 28 days of adhesive mortar application, it has been done tensile bond strength testes on each covering. All the systems presented a satisfactory result and all the systems had higher results than the indicated by the normative ruling. Overall, the difference on the resistance to compression of the substrates had no influence on the adherence of the covering system. The substrates that haven't had any special finishing treatment presented the greater adherence results and when we refer to adhesive mortar, the type III showed better results on the adherence system, on the other hand, the adhesive mortar of the type I, mainly on the substrates with no treatment, had a surprising result.

Key-words: prefabricated, self-compacting concrete, porosity, roughness, tensile bond strength.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização dos materiais	25
Tabela 2- Nomenclatura	29
Tabela 3- Caracterização pastilha cerâmica	29
Tabela 4 - Grupos da absorção de água da cerâmica.....	31
Tabela 5- Caracterização argamassa colante	31
Tabela 6 - Requisitos para as argamassas colantes.....	32
Tabela 7- Caracterização do substrato.....	34
Tabela 8- Caracterização revestimento.....	37
Tabela 9 - Resistência a tração argamassa.....	38
Tabela 10 - Análise de variância (ANOVA) da resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimentos cerâmicos com aplicação da argamassa colante do tipo I	43
Tabela 11 - Análise de variância (ANOVA) da resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimentos cerâmicos com aplicação da argamassa colante do tipo III.....	46
Tabela 12 - Absorção de água da cerâmica	60
Tabela 13 - Resistência ao tempo em aberto das argamassas colantes	61
Tabela 14 - Resistência a tração das argamassas colantes.....	62
Tabela 15 - Absorção do substrato 35 MPa apicoado	63
Tabela 16 - Absorção do substrato 35 MPa escovado.....	63
Tabela 17 - Absorção do substrato 35 MPa sem tratamento	64
Tabela 18 - Absorção do substrato 45 MPa apicoado	64
Tabela 19 - Absorção do substrato 45 MPa escovado.....	65
Tabela 20 - Absorção do substrato 45 MPa liso.....	65
Tabela 21 - Aderência do sistema substrato 35 MPa sem tratamento AC I.....	66
Tabela 22 - Aderência do sistema substrato 45 MPa sem tratamento AC I.....	66
Tabela 23- Aderência do sistema substrato 35 MPa apicoado AC I.....	67
Tabela 24 - Aderência do sistema substrato 45 MPa apicoado AC I.....	67
Tabela 25 - Aderência do sistema substrato 35 MPa escovado AC I.....	68
Tabela 26 - Aderência do sistema substrato 45 MPa escovado AC I.....	68
Tabela 27 - Aderência do sistema substrato 35 MPa sem tratamento AC III	69
Tabela 28 - Aderência do sistema substrato 45 MPa sem tratamento AC III	69
Tabela 29 - Aderência do sistema substrato 35 MPa apicoado AC III.....	70
Tabela 30 - Aderência do sistema substrato 45 MPa apicoado AC III.....	70
Tabela 31 - Aderência do sistema substrato 35 MPa escovado AC III.....	71
Tabela 32 - Aderência do sistema substrato 45 MPa escovado AC III.....	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Tempo em aberto mínimo das argamassas colantes	17
Figura 2- Adesão ideal da argamassa a base	22
Figura 3 - Adesão comprometida pela baixa porosidade	22
Figura 4- Fluxograma	24
Figura 5 - Tratamento superficial escovação.....	26
Figura 6 - Placa pré-moldada escovada e sem tratamento.....	27
Figura 7 - Tratamento superficial apicoamento.....	27
Figura 8 - Placa pré-moldada apicoada	28
Figura 9 - Absorção de água da cerâmica.....	30
Figura 10 - Colagem das placas metálicas.....	32
Figura 11 - Posicionamento das pastilhas cerâmicas.....	33
Figura 12 - Corpo de prova para o ensaio de absorção de água do substrato.....	35
Figura 13 - Ensaio de absorção de água do substrato.....	36
Figura 14- Absorção de água do substrato	36
Figura 15 - Possíveis rupturas teste tração	39
Figura 16 - Distanciamento da cerâmica	40
Figura 17 – Realização do ensaio de resistência de aderência	40
Figura 18 - Resistência de aderência à tração utilizando AC I.....	41
Figura 19- Formas de ruptura dos sistemas de revestimentos com AC I.....	43
Figura 20- Formas de ruptura dos substratos de 35 MPa revestidos com AC I	44
Figura 21- Formas de ruptura dos substratos de 45 MPa utilizando AC I	44
Figura 22- Resistência de aderência à tração utilizando AC III.....	45
Figura 23- Formas de ruptura dos sistemas de revestimentos com AC III.....	47
Figura 24- Formas de ruptura dos substratos de 35 MPa revestidos com AC III	48
Figura 25- Formas de ruptura dos substratos de 45 MPa revestidos com AC III	48
Figura 26 - Resistência de aderência à tração global.....	49
Figura 27- Formas de ruptura global dos sistemas de revestimentos	50
Figura 28- Forma de ruptura global com os substratos de 35 MPa.....	51
Figura 29- Forma de ruptura global com os substratos de 45 MPa.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AC I	Argamassa colante do tipo I
AC III	Argamassa colante do tipo III
CAA	Concreto auto adensável
CC	Concreto convencional

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1. OBJETIVO.....	8
1.1.1. Objetivo geral.....	8
1.1.2. Objetivos específicos.....	8
1.2. HIPÓTESE.....	9
1.3. PRESSUPOSTO.....	9
1.4. DELIMITAÇÕES.....	9
1.5. LIMITAÇÕES.....	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1. CONCRETO AUTO ADENSÁVEL.....	10
2.1.1 Durabilidade.....	11
2.1.2. Porosidade.....	12
2.1.3. Pré-fabricados.....	13
2.1.4. Fôrmas metálicas.....	15
2.2. ARGAMASSA COLANTE.....	16
2.2.1. Tempo em aberto.....	17
2.3. DESEMPENHO DE ARGAMASSA COLANTE APLICADA EM SUBSTRATO DE CONCRETO.....	18
2.3.1. Textura superficial do substrato.....	19
2.3.2. Porosidade superficial.....	20
2.3.3. Aderência inicial e final.....	20
3. MATERIAIS E METODOS.....	24
3.1. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL.....	25
3.1.1. Tratamento superficial do substrato.....	26
3.1.2. Execução do revestimento cerâmico.....	28
3.2. MATERIAIS UTILIZADOS.....	29
3.2.1. Pastilhas cerâmicas.....	29
3.2.1.1. Absorção de água.....	30
3.2.2. Argamassa colante.....	31
3.2.2.1. Tempo em aberto.....	31
3.2.2.2. Resistência à tração em cura normal.....	33
3.2.3. Placas pré-fabricadas.....	34
3.2.3.1. Absorção de água por capilaridade.....	35
3.3. MÉTODO DE ENSAIO.....	37

3.3.1. Resistência de aderência à tração	38
3.4. ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS	40
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	41
4.1. SISTEMA DE REVESTIMENTO COM A UTILIZAÇÃO DA ARGAMASSA COLANTE DO TIPO I	41
4.2. SISTEMA DE REVESTIMENTO COM A UTILIZAÇÃO DA ARGAMASSA COLANTE DO TIPO III.....	45
4.3. DESEMPENHO GLOBAL DOS SISTEMAS DE REVESTIMENTO.....	49
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO

Segundo Coutinho (2011), a utilização de concreto auto adensável vem crescendo na construção civil, principalmente, na área de pré-fabricado. Por ser uma indústria que realiza as peças, procuram diminuir o desperdício, melhorando o controle e a qualidade dos seus produtos, utilizando métodos não usualmente utilizados nas obras convencionais (Debs, 2017). A utilização desse concreto facilita a confecção das peças, já que não é necessário vibrar o concreto, podendo assim produzir peças que possuem elevada taxa de armadura (Alencar, Marcon, & Helene, Módulos pré-fabricados de concreto auto-adensável para obras de habitação popular, 2010). Essa área da construção civil também utiliza fôrmas metálicas para a confecção das peças, que isso também auxilia no acabamento, diminuindo a porosidade e a rugosidade superficial delas (Milani, Boesing, Philippsen, & Miotti, 2012).

Elevando a resistência do concreto e melhorando o seu acabamento, diminuimos a capacidade de aderência do substrato, dificultando assim a ancoragem de outros revestimentos nele. O fato de os pré-fabricados possuírem um excelente acabamento, proporcionando peças com baixa rugosidade e porosidade superficial, pode prejudicar a aderência do revestimento ao substrato (Ruduit, 2009).

Existe diversos tipos de argamassas e cada uma possui propriedades específicas, conforme a sua utilização e o tipo de base que vai ser revestida. A principal característica que se espera da argamassa de revestimento é a aderência ao substrato. Diversos fatores influenciam na resistência de aderência da argamassa como por exemplo o substrato, a argamassa, a execução e as condições climáticas (Carasek, 2010).

O deslocamento das argamassas está cada vez mais comum, e isso ocorre devido à falta de aderência da argamassa no substrato e isso pode ocorrer devido à baixa rugosidade e porosidade superficial da base, ocasionados principalmente pela elevada resistência do concreto e as fôrmas utilizadas (Pretto, Pagnussat, Bonin, & Masuero, 2009). De acordo com Carasek (2010) a aderência é uma propriedade que depende da interação do substrato com a argamassa, não podendo especificar a argamassa sem que o substrato não esteja determinado. Segundo esse autor a ponte de aderência, da argamassa com o substrato, é um fenômeno mecânico que, basicamente, é a penetração da pasta nos poros e rugosidades da base.

O deslocamento dos revestimentos cerâmicos, ocorre quando as tensões geradas, ultrapassam o limite de resistência dos materiais, sendo as principais rupturas nas junções entre as placas cerâmicas e argamassa ou entre a argamassa e o substrato (Barros, et al., 2020).

Sabbatini (2001) comenta que o deslocamento parece acontecer com maior frequência nos primeiros e nos últimos pavimentos, isso ocorre provavelmente pelo o nível de solicitações que essas regiões estão sujeitas. Esse autor afirma ainda que essa manifestação patológica tem como principais fatores as deformações ocorridas na base após a ocupação, a falta de juntas de controle, a inadequação das argamassas colantes, assentamento, rejuntamento e a falta de preparação do substrato.

Diante disso, esta pesquisa possui o intuito de realizar um estudo analisando o sistema de revestimento cerâmico quando aplicados em elementos pré-fabricados produzidas com concreto auto adensável, de diferentes resistências.

1.1. OBJETIVO

Os objetivos desta pesquisa estão divididos em geral e específicos.

1.1.1. Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o desempenho dos sistemas de revestimento cerâmicos quando aplicados em painéis pré-fabricados com concreto auto adensável de diferentes resistências.

1.1.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Avaliar a influência das diferentes resistências do concreto frente ao comportamento da resistência de aderência à tração do revestimento cerâmico;
- b) Analisar através das diferentes formas de preparo da base o desempenho do sistema de revestimento cerâmico frente à resistência de aderência à tração;
- c) Avaliar a influência das diferentes argamassas colantes frente à resistência de aderência à tração;
- d) Realizar uma avaliação global dos sistemas de revestimento cerâmico aplicados nas diferentes placas pré-fabricadas, produzidas com concreto auto adensável.

1.2.HIPÓTESE

O desempenho do revestimento argamassado depende, principalmente, da capacidade de aderência do substrato. Caso o substrato não apresente poros suficientes em sua base para garantir essa aderência, o revestimento argamassado tende a não ter um desempenho satisfatório.

1.3. PRESSUPOSTO

Pelo fato dos pré-moldados serem produzidos com concreto auto adensável e as fôrmas serem metálicas, isso torna as placas com menos porosidade em sua face podendo assim, diminuir a capacidade de aderência das placas com o revestimento cerâmico.

1.4. DELIMITAÇÕES

O estudo consiste em analisar a capacidade de aderência do revestimento cerâmico aplicados em placas pré-fabricadas de concreto auto adensável com diferentes resistências, fornecidas por uma empresa na área de pré-fabricados.

1.5. LIMITAÇÕES

Além de o estudo avaliar placas de concreto auto adensável de diferentes resistências, que foram fornecidas por uma empresa da região, os ensaios limitam-se aos equipamentos existentes no laboratório de materiais de construção da Universidade de Caxias do Sul.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste item estão apresentados alguns aspectos referentes ao concreto auto adensável, que possam influenciar na sua capacidade de aderência. Em seguida, estão relacionados os componentes da argamassa de revestimento que influenciam na sua aderência e seu desempenho tanto no estado fresco como no endurecido. Por fim a interação entre o concreto auto adensável e a argamassa de revestimentos frente a resistência de aderência.

2.1. CONCRETO AUTO ADENSÁVEL

Segundo Okamura e Ouchi (1999 *apud* Cavalcanti, 2006), o estudo do concreto auto adensável teve início em 1986 na cidade de Tóquio, e dois anos depois, foi realizado o primeiro protótipo. De acordo com o autor, o concreto auto adensável foi desenvolvido no Japão, com o intuito de garantir estruturas mais resistentes e duráveis, preenchendo as fôrmas complexas e com alta taxa de armadura, visto que abalos sísmicos são comuns na região.

O EFNARC (2002 *apud* Coutinho, 2011) considera que existem três propriedades, no estado fresco, que o concreto precisa atingir simultaneamente para ser considerado concreto auto adensável: resistência a segregação, fluidez e habilidade passante. A resistência a segregação é a propriedade que define a capacidade do concreto se manter coeso, já habilidade passante caracteriza a capacidade de a mistura escoar pela fôrma e a fluidez é caracterizada pelo concreto preencher todos os espaços vazios da fôrma (Tutikian & Dal Molin, 2008).

Segundo Tutikian e Dal Molin (2008), é estritamente proibido a utilização de qualquer método de compactação do CAA, sendo assim, a única forma de o concreto preencher todos os espaços vazios da fôrma é com o seu peso próprio. Para esses autores, a obtenção do concreto auto adensável se dá, utilizando os mesmos materiais utilizados para a obtenção do concreto convencional: cimento, agregado graúdo, agregado miúdo, água, material fino (fíler) e aditivo superplastificante.

Não existe um traço pré-determinado para a fabricação do CAA, depende do material que será utilizado e inclusive das matérias disponíveis na região. Diferentes métodos de dosagem são propostos, como por exemplo, Gomes (2002), Tutikian (2004), Melo-Reppete (2005) e Tutikian e Dal Molin (2007). Mas de maneira geral, esse concreto pode ser produzido tanto no canteiro de obra quanto em centrais de concreto (Coutinho, 2011).

Com a utilização dos concretos auto adensáveis ocorreu uma grande revolução na tecnologia da construção civil e, por meio dessa utilização, é possível ter algumas vantagens em seu uso, entre elas estão: a aceleração da construção, redução da mão de obra no canteiro, melhor acabamento superficial, a não ocorrência de falhas de concretagem (está acarretando em maior durabilidade da estrutura), liberdade na geometria das fôrmas, concretagem em peças com seções reduzidas, elimina o barulho da vibração, reaproveitamento de resíduos industriais e possível redução no custo final da obra (Tutikian & Dal Molin, 2008).

Segundo Tutikian & Dal Molin (2008), pelo fato de o CAA possuir deformabilidade elevada no estado fresco, ele pode se moldar facilmente nas diversas formas sob a ação da gravidade, essa propriedade permite também que ele percorra na horizontal até dez metros, mesmo tendo obstáculos. A resistência a segregação e a fluidez desse concreto permite a eliminação das falhas de concretagem e das bolhas de ar. O alto consumo de materiais finos faz com que esse concreto possa utilizar os resíduos da construção, ou até mesmo, de algumas indústrias. Comparando o CAA com o concreto convencional, com resistência similares, mostram que o concreto auto adensável teve uma redução significativa no coeficiente de permeabilidade e absorção capilar devido a diminuição da porosidade do concreto.

Um dos fatores negativos do CAA é a sensibilidade que tem em relação aos materiais e suas quantidades. Com isso, é preciso ter melhor controle na dosagem dos materiais e em suas características, em relação ao concreto convencional vibrado. Outro ponto negativo desse concreto é o cuidado que precisa ter para projetar e confeccionar as formas em relação a rigidez e a vedação necessária, pois o CAA causa alta pressão nas formas, que ocorre devido à alta fluidez do concreto (Coutinho, 2011).

2.1.1 Durabilidade

De acordo com NBR 6118 (ABNT, 2014) a durabilidade é definida pela capacidade da estrutura de resistir aos agentes nocivos do meio e deve ser previsto na concepção do projeto conservando a sua segurança, estabilidade e aptidão. Normalmente os problemas relacionados com a durabilidade da estrutura não estão ligados apenas a um processo de deterioração, mas na maioria dos casos, o principal influenciador é a permeabilidade (Neville, 2016).

Para Schutter (2012, *apud* Calado, 2015) começaram a utilizar o CAA para evitar problemas de durabilidade relacionados aos concretos mal vibrados, mas não existe essa certeza que o CAA é mais durável, pois foram utilizados os mesmos dados de durabilidade do concreto

convencional para o auto adensável. O autor afirma ainda que, a principal influência de durabilidade se dá pelo transporte de fluido através do concreto.

A durabilidade depende da facilidade de fluidos, líquidos ou gases, de penetrar e se mover pelo concreto. De certa forma permeabilidade é o escoamento através de um meio poroso. O movimento de fluidos no concreto, não ocorre somente pela fluidez, mas também por difusão e absorção (Calado, Camões, Jalali, & Junior, 2015).

Segundo Coutinho (2011), os parâmetros mais importantes que influenciam na durabilidade da estrutura é o tamanho e conectividade dos poros, pois é através da penetração de líquidos e gases que a estrutura se deteriora. Para Amorim (2016), a durabilidade está relacionada a permeabilidade de fluidos para o interior da estrutura, mas o autor ressalta que o fato do material ser poroso não quer dizer que ele seja permeável, o fato de ele ser poroso facilita para ser permeável, mas o que torna o concreto permeável é a intercomunicação dos poros.

A durabilidade do concreto auto adensável é superior ao do concreto convencional devido a menor número de vazios e menor porosidade devido a utilização de alto índice de finos (Verzegnassi, 2015). De acordo com Schutter *et al.* (2008 apud Coutinho, 2011), o CAA possui durabilidade inferior ao concreto convencional de mesma resistência a compressão, isso ocorre, pois, o concreto auto adensável possui maior relação água/cimento, gerando uma microestrutura menos densa.

De acordo com Medeiros *et al.* (2011) quanto menor a porosidade do concreto, mais resistente e durável ele será. Para aumentar a durabilidade do concreto, é necessário diminuir a porosidade dele, adotar medidas mais eficazes para ter elevada densidade de concreto entre elas diminuir a relação água-cimento e cuidados na execução e no adensamento do concreto (Roque & Junior, 2005).

2.1.2. Porosidade

De acordo Mehta e Monteiro (1994) porosidade é a taxa de fluxo que um fluido leva para ser absorvido para o interior de um sólido poroso. Segundo os autores essa característica está diretamente ligada a durabilidade da estrutura, pois são os poros que permitem a entrada de agentes agressivos.

Existe diversos tipos de poros e podem ser classificados por tamanho como: microporos, poros capilares e macroporos, e se eles são permeáveis ou impermeáveis (Fornasier, 1995). Segundo Neville (2016) conforme ocorre o processo de hidratação, os poros diminuem de tamanho e de quantidade, passando de poros capilares para microporos.

A porosidade, normalmente é expressa em porcentagem e ela significa a proporção do volume de concreto ocupados por poros. A permeabilidade aumenta conforme o a porosidade, juntamente com os poros interconectados, aumenta, mas se os poros são descontínuos a permeabilidade não aumenta, mesmo com elevada porosidade (Calado, Camões, Jalali, & Junior, 2015).

Conforme Neville (2016) a diminuição da relação água/aglomerante aumenta a resistência a compressão do concreto e com isso menor será a sua porosidade. Comparando CAA com CC, com diversos traços e diversos tipos de aditivo e adições, concluíram que o auto adensável apresenta desempenho superior para as resistências de tração e compressão (Coutinho, 2011).

Segundo Amori (2016), o concreto auto adensável, tanto ele sendo produzido com agregados reciclados ou não, possui uma elevada permeabilidade. Podendo ser classificado como argamassa porosa e com baixo grau de proteção segundo Cather *et al.* (1984 *apud* Amori, 2016).

O concreto auto adensável, quando comparados ao concreto convencional, possuem índice de vazios semelhantes, mas a estrutura dos poros do CAA faz com que ele seja menos permeável que o concreto convencional. O concreto auto adensável apresenta menor valor de permeabilidade e de absorção por capilaridade, quando comparados ao concreto convencional de mesmo nível de resistência (Barros, 2008).

Segundo Rovaris e Alencar (2013), o uso excessivo de desmoldantes nas fôrmas metálicas, pode acarretar o surgimento de manchas e bolhas superficiais nas peças pré-fabricadas, produzidas com CAA, mas a não utilização de desmoldantes acarreta a uma superfície mais rugosa. O concreto auto adensável, possui menor porosidade na transição pasta-agregado, devido a não vibração do concreto e utilização de materiais finos para a sua produção (Coutinho, 2011)

2.1.3. Pré-fabricados

Segundo a NBR 9062 (ABNT, 2017), a diferença entre os elementos pré-fabricados e pré-moldados se dá pelo local onde as peças são fabricadas. As peças pré-moldadas são fabricadas fora do local de utilização, mas podendo ser confeccionadas no próprio canteiro de obras, desde que tenha um ambiente desenvolvido para isso. Já as peças pré-fabricadas são produzidas por empresas especializadas, com instalações permanentes, mão de obra treinada e

especializada, dispõe de laboratório e controle de qualidade afim de garantir que o produto está de acordo com a qualidade e padrões de fabricação.

Conforme Vasconcellos (2002 *apud* SERRA, FERREIRA e PIGOZZO, 2005), o pré-moldado começou a existir quando foi inventado o concreto armado, pois o próprio nascimento do concreto armado ocorreu com a pré-moldagem dos elementos fora do local de uso. O aumento da utilização da pré-fabricação foi após a Segunda Guerra Mundial, a necessidade de construir grandes quantidades em pouco espaço de tempo fez com que a sua utilização fosse necessária (ORDONÉZ, 1974 *apud* SERRA, FERREIRA e PIGOZZO, 2005).

A produção na fábrica possibilita diversas vantagens para a construção civil, transferindo o trabalho realizado nos canteiros de obras para a indústria obtendo maior controle de qualidade, menos resíduos e mais agilidade para a execução da obra. O concreto auto adensável, apresenta muitas vantagens para o processo de pré-fabricação pois elimina o barulho durante o processo de moldagem, menos pressão nas formas, maior facilidade e agilidade para a moldagem das peças (Acker, 2002).

Segundo Lisboa *et al.* (2005), os concretos autos adensáveis vêm sendo muito utilizado pela indústria de pré-fabricados, com garantia de bom acabamento mesmo com o concreto aparente, aumento de produtividade, maior rapidez na execução, diminuição de ruídos, economia de energia e redução do custo final da obra. Segundo esses autores os CAA apresentam a vantagem de ser um material mais ecológico que o convencional, devido a utilização de materiais finos que provem de resíduos industriais que são nocivos a natureza.

O uso do sistema pré-fabricado para habitação popular estava tendo algumas dificuldades para implementar esse sistema utilizando o concreto convencional, pois apareciam diversas falhas de concretagem, quando estavam concretando deslocava as tubulações e os esforços causados pelas vibrações, causava nas fôrmas o empenamento. Já com a utilização do concreto auto adensável esses problemas foram solucionados já que esse concreto preenche todos os espaços da fôrma, evitando falhas de concretagem e eliminado a vibração do concreto (Alencar, Marcon, & Helene, Módulos pré-fabricados de concreto auto-adensável para obras de habitação popular, 2010).

Os tipos de fôrmas são essenciais para o acabamento do concreto e elas devem estar sempre limpas e com a quantidade de desmoldante adequada para garantir um bom acabamento. O uso da quantidade indevida do desmoldante pode proporcionar manchas e bolhas superficiais na estrutura (Júnior, Mayor, Júnior, Faria, & Fernandes).

Segundo Batiston (2018), fazendo comparativo entre os concretos auto adensáveis, o concreto mais fluido apresentou acabamento mais uniforme, já o concreto mais viscoso retém mais as bolhas de ar, deixando a superfície menos homogênea. De acordo com o autor as imperfeições encontradas nas peças produzidas com o concreto mais viscoso, aparecerem na parte inferior da fôrma, isso se deve a força necessária para o ar migrar a superfície.

Stenio (2017) relata que o CAA tem possibilidade de fornecer um produto com menos defeito, com melhor acabamento e mais homogêneo. A utilização do concreto auto adensável, juntamente com formas metálicas, proporciona, agilidade, ótimo acabamento e sem retrabalhos (Alencar, Marcon, & Helene, Módulos pré-fabricados de concreto auto-adensável para obras de habitação popular, 2010).

2.1.4. Fôrmas metálicas

A fôrma serve para proporcionar ao concreto fresco a forma e a textura desejada, fornecendo proteção contra impactos e principalmente limitar a perda de água por evaporação. A responsabilidade da geometria dos elementos estruturais é única da fôrma, já que o concreto se molda nela. Otimizar a fôrma significa otimizar a execução do empreendimento, diminuindo retrabalhos e eliminando desperdícios em todos os demais subsistemas (Assahi, 2005). O uso de fôrmas metálicas proporciona otimização do tempo para a montagem das formas, tendo um excelente acabamento. As fôrmas, quando bem cuidadas, podem ser utilizadas centenas de vezes (Metax, 2017).

De acordo com o Bauer (1994, *apud* Serra, 2015), o investimento para adquirir as fôrmas metálicas é mais elevado, mas elas proporcionam facilidade na montagem, rapidez, praticidade e durabilidade. Essas fôrmas são indicadas para empresas de pré-fabricação com as mesmas permanecendo fixas na fase da amarração, lançamento, adensamento e cura do concreto.

A utilização de concreto auto adensável e fôrmas metálicas, proporcionam para as peças pré-fabricadas, melhor acabamento, superfícies sem bolhas, sem realizar retrabalhos diminuindo o desperdício de matérias. Com a não utilização dos vibradores as fôrmas e as estruturas metálicas obtiveram uma maior vida útil, já que a maior parte do desgaste se dá pelas forças ocasionadas no momento do adensamento do concreto (Alencar, Marcon, & Helene, Módulos pré-fabricados de concreto auto-adensável para obras de habitação popular, 2010).

A utilização de fôrmas metálicas é muito comum em empresas de pré-fabricados, principalmente as que utilizam concreto auto adensável, isso ocorre, pois, o CAA é muito mais

fluido, fazendo com que as fôrmas necessitem ser mais estanques para impedir que vaze o concreto. É essencial a utilização de desmoldante nas fôrmas metálicas, para o concreto não aderir a fôrma e proporcionar bom acabamento, mas o uso indevido de desmoldante pode acabar proporcionando as peças pré-fabricadas manchas e bolhas, devido ao ar que ficou aprisionado na moldagem (Rovaris & Alencar, 2013).

2.2. ARGAMASSA COLANTE

Para Almeida (2005) as argamassas colantes foram desenvolvidas a fim de facilitar a aplicação das placas cerâmicas, melhorando a qualidade e a agilidade de execução, além de diminuir desperdício de materiais. Segundo Fiorito (2009), o Brasil é um dos países que mais produz e consome argamassa colante e cerâmica do mundo, mostrando assim a importância do estudo das argamassas e os procedimentos de execução.

De acordo com Almeida *et al.* (1995), as argamassas colantes vêm sendo muito utilizado no Brasil nas últimas décadas, substituindo a pasta de cimento, que eram muito utilizados nas áreas internas para a colagem da cerâmica ao substrato. Esse autor afirma que os descolamentos das placas cerâmicas, principalmente nas áreas externas das edificações, ocorrem principalmente pela escolha inadequada dos materiais e pela falta de atenção ao tempo em aberto das argamassas colante, diminuindo significativamente a sua resistência.

Segundo Gomes (2013), as argamassas colantes são basicamente argamassas de cimento e areia aditivadas com polímeros. Esses polímeros são responsáveis por aumentar a capacidade de retenção de água, melhorar a trabalhabilidade, a flexibilidade e a adesividade das argamassas. Esse autor comenta ainda que a utilização de argamassa colante para a fixação vem crescendo consideravelmente, pois essas argamassas proporcionam melhor aderência da placa cerâmica ao substrato, a diminuição de desperdícios de material e o aumento de produtividade da mão de obra.

Segundo a NBR 14081-1 (ABNT, 2012), as argamassas colantes industrializadas são divididas da seguinte forma, argamassa colante AC I, típica para revestimentos internos, com exceção da aplicação em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais. Argamassa colante AC II, utilizada para revestimentos internos e externos e as argamassas colantes AC III, que possuem uma aderência superior, quando comparados com as argamassas do tipo AC I e AC II. Essas argamassas ainda podem apresentar nomenclaturas e características específicas, tempo em aberto estendido (E) e deslizamento reduzido(D).

2.2.1. Tempo em aberto

De acordo com a NBR 14081-1 (ABNT, 2012), tempo em aberto é definido como o maior período de tempo entre a aplicação da argamassa colante, sobre o substrato, e o assentamento da placa cerâmica, mantendo a aderência adequada. A NBR 13754 (ABNT, 1996), comenta ainda que extensão de aplicação da argamassa colante deve ser determinada em cada caso, devido à início do processo de secagem da argamassa (tempo em aberto), pois esse processo é bastante influenciável com as condições locais, como temperatura, insolação, ventilação e umidade relativa do ar.

Segundo Gomes (2013) o tempo em aberto está relacionado, ao tempo que leva para a argamassa criar uma película sobre os cordões, efetuados com a desempenadeira para o assentamento das placas cerâmicas, interferindo na adesão inicial da argamassa colante. Esse autor afirma ainda que esse tempo está relacionado com características da argamassa, mas principalmente com as condições ambientais como temperatura, velocidade do vento, umidade relativa porosidade do substrato.

A norma NBR 14081-1 (ABNT, 2012), diferencia o tempo em aberto mínimo que a argamassa colante precisa suportar de acordo com o seu tipo, as argamassas colantes do tipo AC I necessitam de um tempo inferior se comparados as outras argamassas colantes, do tipo AC II e AC III, como mostra a Figura 1.

Figura 1- Tempo em aberto mínimo das argamassas colantes

Requisito		Método de ensaio	Unidade	Critério		
				AC I	AC II	AC III
Tempo em aberto		ABNT NBR 14081-3	min	≥ 15	≥ 20	≥ 20
Resistência de aderência à tração aos 28 dias, em função do tipo de cura	Cura normal	ABNT NBR 14081-4	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Cura submersa			≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Cura em estufa			≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0

Fonte: (NBR 14081-1, ABNT 2012)

De acordo com Póvoas (1999), um dos principais requisitos das argamassas colantes é o seu tempo em aberto, quando esses valores são baixos, pode causar o deslocamento do revestimento cerâmico, principalmente em áreas externas. Segundo Gomes (2013), a formação da película superficial esta diretamente ligada ao tempo em aberto excedido, e esse fator

interfere na adesão inicial da argamassa colante. Esse autor afirma ainda que se esse tempo for excedido, a argamassa colante deve ser descartada.

2.3. DESEMPENHO DE ARGAMASSA COLANTE APLICADA EM SUBSTRATO DE CONCRETO

De acordo com a norma NBR 13754 (ABNT, 1996), para o assentamento de placas cerâmicas não é obrigatório a utilização de revestimento argamassado em paredes, desde que essa parede esteja alinhada, plana e principalmente, não possuir imperfeições. Para Milani (2012), peças pré-moldadas produzidas com concreto auto adensável possuem melhor acabamento e superfícies mais lisas que as produzidas com concreto convencional.

Segundo Baía e Sabbatini (2000), o substrato influencia muito na capacidade de aderência da argamassa, e o substrato pode ter diversos componentes para a sua fabricação, com isso altera as características da base. As principais características do substrato que alteram o desempenho da argamassa são a absorção de água, porosidade, resistência mecânica, movimentação higroscópicas, rugosidade, homogeneidade.

De acordo com Boel *et al.* (2003 *apud* Barros, 2008), comprovaram através de ensaios que a absorção de água do concreto convencional foi ligeiramente inferior ao do CAA, mas o coeficiente de sucção capilar do concreto convencional, foi duas vezes superior ao do concreto auto adensável. A sucção capilar está relacionada com a aderência da argamassa, pois não basta ter o substrato poroso, os poros precisam ter forças para absorver a pasta para fornecer a ancoragem da argamassa (Paes, 2004).

Segundo com Lisboa, Alves e Melo (2017) a aderência está diretamente ligada a resistência e a extensão do contato entre a argamassa e o substrato. Pode ser considerado como uma propriedade mecânica, pois ocorre devido a ancoragem da argamassa na base, através da entrada da pasta nos poros, macroporos, reentrâncias e saliências do substrato (Baía & Sabbatini, 2000).

Para obter a aderência adequada, a argamassa precisa apresentar trabalhabilidade e retenção de água adequadas à base que será aplicada, além disso o substrato precisa proporcionar boa porosidade, rugosidade e condições de limpeza da superfície de contato. Deve, também, ser comprimida logo após a sua aplicação, a fim de proporcionar maior contato com a base (Baía & Sabbatini, 2000).

De acordo com a Rudit (2009) a superfície de contato está diretamente ligada a aderência da argamassa, visto que o substrato de porosidade excisava, prejudicam a aderência devido à

perda de água excessiva da argamassa. Por outro lado, materiais com superfícies lisas, são pouco porosas, com isso dificultam a ancoragem da argamassa.

De acordo com Alencar, Marcon e Helene (2010) as peças pré-fabricadas, produzidas com concreto auto adensável e utilizando fôrmas metálicas, tem menor porosidade, menos bolhas com isso uma superfície com menos rugosidade. Segundo Fischer *et al.* (2020) a eficiência de execução das peças pré-fabricadas pode causar o deslocamento cerâmico, devido a deficiência de aderência da argamassa colante com utilização de desmoldantes e fôrmas metálicas, tornando a superfície muito lisa e plana.

2.3.1. Textura superficial do substrato

A rugosidade superficial da base auxilia na aderência da argamassa, que é proporcionada pela macroestrutura do substrato, proporcionando a macroancoragem do revestimento. Uma das alternativas de solucionar os problemas dos substratos de baixa porosidade é modificar a superfície do substrato, proporcionando a ancoragem das argamassas pela rugosidade da base (Gasperin, 2011).

Pelos dados obtidos por Milani (2012), a empresa, de pré-fabricados, que utiliza concreto auto adensável, praticamente não possui falhas em relação ao acabamento e adensamento do concreto, e em relação as bolhas e fissuras superficiais a empresa que utiliza o CAA tem grande redução de incidência, em comparação com as outras empresas do mesmo ramo de atividade. A propriedade do concreto auto adensável que auxilia no acabamento superficial é a viscosidade dele, quanto menos viscoso o concreto for, menor será sua resistência ao escoamento podendo assim melhorar o acabamento, permitindo que o concreto preencha todos os espaços da fôrma (Alencar, Coupertino, & Battagin, A Norma Brasileira de Concreto Autoadensável, 2010).

De acordo com Recena (2012), a utilização de fôrmas mais lisas e menos irregulares é um fator agravante do problema de aderência, pela diminuição das irregularidades que diminui a superfície de contato, alterando também a macroaderência. Esse autor afirma ainda que a diminuição da relação água/cimento do concreto acarreta na diminuição da porosidade que consequentemente aumenta a resistência do concreto.

Segundo Pretto (2007), um dos principais fatores para se obter uma boa aderência das argamassas é a rugosidade superficial do substrato, se aumentar a rugosidade do substrato, poderá aumentar a força na interface. Esse autor afirma ainda, que quando o substrato é muito

liso e pouco poroso, se faz necessário o uso de tratamento superficiais mais agressivos do que apenas a utilização do chapisco. Ele comenta ainda que as superfícies que melhor desempenham a função são as superfícies lixadas.

2.3.2. Porosidade superficial

A evolução das estruturas de concreto, que possibilita maiores vãos, construções mais altas e estruturas mais esbeltas, faz com seja necessário o aumento da resistência do concreto, que diminui a porosidade da estrutura, o que acaba prejudicando a aderência das argamassas (Gasperin, 2011). Neste mesmo sentido Ruduit (2009), também afirma que auxilia a diminuição da resistência de aderência das argamassas de revestimento é o aumento da resistência dos concretos, e também o uso de desmoldantes e a utilização de fôrmas mais lisas que deixam as estruturas com menos poros e rugosidades, que dificultam a sua ancoragem.

Para Ruduit (2009) a porosidade superficial está diretamente ligada a aderência da argamassa. Essa porosidade do substrato não pode ser pouca pois a argamassa precisa para se ancorar e não pode ser muita pois pode absorver em excesso a água da argamassa. A distribuição dos poros do substrato influencia na aderência da argamassa, devido a capacidade de absorção de água que eles possuem.

De acordo com o EFNARC (2005, *apud* Kraus, 2006), o CAA, pelo fato de possuir fluidez e resistência a segregação, melhora a resistência e a durabilidade da estrutura, diminuindo a porosidade do concreto. Segundo Schutter et al. (2003 *apud* Barros, 2008) comparando o concreto auto adensável e o concreto convencional de mesmas resistências, mostrar que o índice de vazios é semelhante, mas o CAA possui menor permeabilidade segundo o teste de permeabilidade de gases, devido a diferença de estruturas dos poros.

O aumento da resistência a compressão do concreto, faz com que aumente a durabilidade do concreto diminuindo a entrada de agentes agressivos. Aumentando a resistência do concreto, com a utilização de aditivos químicos e adições minerais, diminui a porosidade do concreto podendo prejudicar a aderência do revestimento argamassado (Souza & Otre, 2014).

2.3.3. Aderência inicial e final

A capacidade da argamassa de se manter aderida ao substrato é uma das características mais importantes. A resistência de aderência depende tanto das características da argamassa

quanto as do substrato. Existem três mecanismos de aderência que atua de forma conjunta aderência inicial, a microaderência e a macroaderência (Recena, 2012).

A limpeza da base é fundamental para permitir absorção correta da argamassa e conseqüentemente a sua aderência ao substrato. O substrato limpo, auxilia na ancoragem do revestimento, aumentando a rugosidade e o grau de absorção da base (Ceotto, Banduk, & Nakakura, 2005).

Para Recena (2012) a aderência inicial é a capacidade da argamassa se manter aderida à base, por um curto espaço de tempo. Segundo o autor essa adesão é obtida, devido ao vácuo que é formado no momento que a argamassa é projetada no substrato e ela se manterá aderida até que as pressões sejam equilibradas, e isso é tempo suficiente para que tenha início o mecanismo de microaderência.

Conforme Do Ó (2004) a adesão inicial é a propriedade responsável pela fixação da argamassa no substrato, logo após ela ser projetada. Essa propriedade está relacionada com o tipo de base, principalmente em relação a rugosidade superficial do substrato. Segundo Carasek (2010) aderência inicial é a capacidade da argamassa, no estado fresco, de se unir a base. Essa propriedade é influenciada pela trabalhabilidade da argamassa e as características do substrato. Para Sernaglia (2015) as características do substrato que influenciam a adesão inicial é a porosidade, rugosidade e a limpeza da base.

A aderência inicial da argamassa está diretamente ligada à superfície de contato que tal se encontra com o substrato. Quanto maior for essa extensão, melhor será a aderência do sistema argamassado. Porém, para a obtenção de uma boa aderência, diversos fatores precisam ser levados em consideração, como por exemplo: a trabalhabilidade da argamassa, porosidade superficial do substrato e a limpeza do substrato (ABCP, 2002).

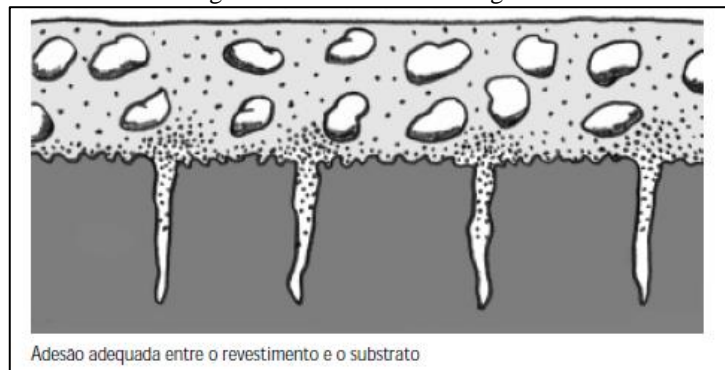
O excesso de porosidade da base prejudica a aderência da argamassa, devido à alta taxa de absorção de água que o substrato possui, impedindo assim o processo de hidratação do revestimento. A utilização do chapisco auxilia regularização da base, quanto a porosidade e rugosidade, e também regulariza a absorção de água do substrato (Paes, 2004).

Para Pretto *et al* (2009), os concretos de alta resistência, fôrmas plastificadas e a utilização de óleos desmoldantes são os principais fatores que contribuem para a formação de superfícies mais lisas e de baixa porosidade. Conseqüentemente a absorção capilar diminui o que acaba prejudicando a ancoragem da argamassa no substrato.

Conforme Recena (2012), se a superfície for lisa, mas porosa e com elevada capacidade de absorção de líquidos, no momento de contato da argamassa com o substrato, a base

imediatamente absorve certa quantidade da pasta. Essa absorção cria pequenos insertos fixando se mecanicamente ao substrato, como mostra a Figura 2.

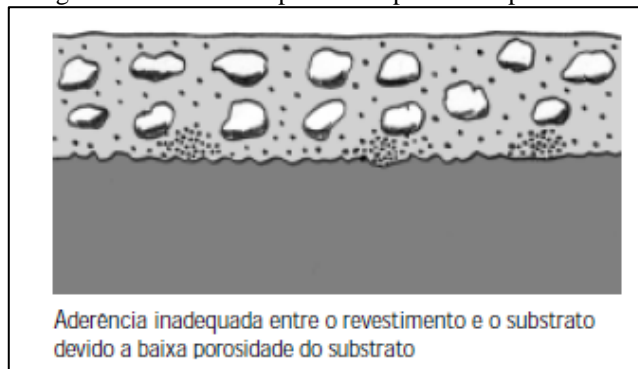
Figura 2- Adesão ideal da argamassa a base



Fonte: (ABCP, 2002)

A porosidade e a rugosidade do substrato, estão diretamente ligadas com a capacidade de aderência do revestimento argamassado, enquanto a falta dessas características prejudica a ancoragem da pasta. A Figura 3 mostra o que pode ocorrer quando a base não está adequada para receber o revestimento ou quando o substrato não apresenta boa superfície de contato (ABCP, 2002).

Figura 3 - Adesão comprometida pela baixa porosidade



Fonte: (ABCP, 2002)

A aderência final da argamassa é uma propriedade do estado endurecido dela, essa propriedade também está relacionada com o quanto a base conseguiu absorver da pasta, seja por microancoragem ou macroancoragem. Essa ancoragem é formada pela absorção da pasta, no estado fresco, pelo substrato e será o enrijecimento, da pasta absorvida, que proporcionara a boa aderência da argamassa (Recena, 2012).

De acordo com Paes (2004) aderência final é a etapa subsequente da aderência inicial, que consiste com o enrijecimento da argamassa. De acordo com a NBR 13528 (ABNT, 2019),

a adesão final é a propriedade que possibilita o revestimento de suportar as tensões normais e tangenciais atuantes na interface com a base.

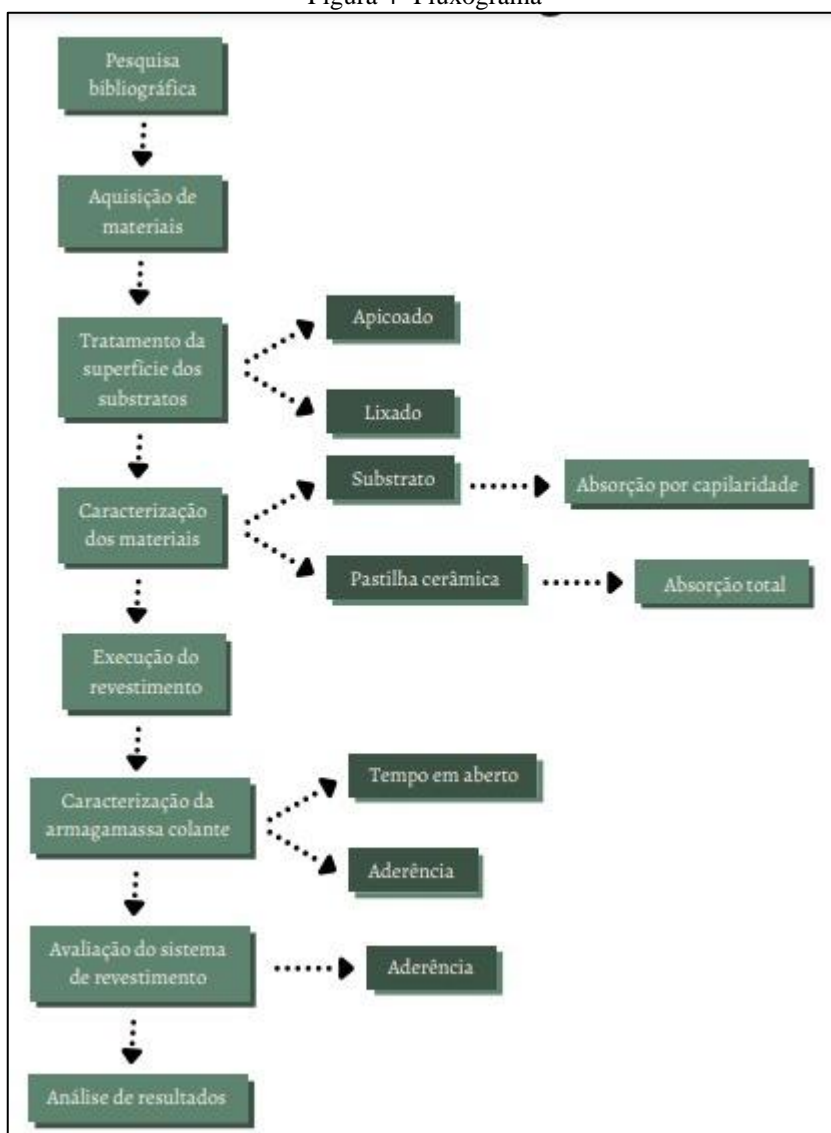
A adesão final está relacionada com a trabalhabilidade da argamassa no estado fresco, com a energia de impacto no momento da execução, com a característica e propriedades do substrato além de fatores externos. Segundo esse autor a aderência da argamassa endurecida é um fenômeno mecânico, pois o revestimento se fixa ao substrato através da penetração da pasta nos poros e na rugosidade da base (Paes, 2004).

Para Salvi (2017), a forma mais comum de verificar a aderência da argamassa ao substrato é realizando ensaios semi-destrutivos de resistência à tração, onde essa resistência corresponde a tensão máxima que o revestimento consegue suportar quando submetido a um esforço normal de tração. Segundo a NBR 13528 (ABNT, 2019) o ensaio utilizado para medir a aderência final entre a argamassa e o substrato é o de resistência à tração que pode ser realizado tanto no laboratório quanto em obra.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, estão descritos os materiais e métodos utilizados para a realização dos ensaios, juntamente com as normas utilizadas para classificação dos materiais e para a execução de cada procedimento. A Figura 4 esquematiza os métodos trabalhados na ordem que foi realizado cada etapa do ensaio.

Figura 4- Fluxograma



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

3.1.PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

O planejamento experimental desse trabalho foi realizado da seguinte forma, primeiro foram adquiridas as placas de concreto com duas empresas que fabricam estruturas pré-moldadas em concreto auto adensável e que estavam dispostas a participar desse experimento. Cada empresa, forneceu três placas de 60 x 60 cm, as placas da empresa A foram descritas com fck de 35 MPa, as placas da empresa B foram descritas com fck de 45 MPa.

Tendo as placas em mãos, foi realizado o tratamento superficial delas nos dois lados de cada placa, de cada uma das duas empresas. Foi deixado uma placa sem tratamento superficial, uma foi escovada e a outra foi apicoada. Após realizar o tratamento superficial delas, foi retirado três corpos de prova quadrados, 10 cm X 10 cm, de cada uma das placas, a fim de realizar o ensaio de absorção de água por capilaridade do substrato e, após isso, as placas foram levadas para o laboratório, onde foi realizado a limpeza delas.

Com as placas no laboratório, foram realizadas a colagem das pastilhas cerâmicas, de 10 cm X 10 cm, utilizando argamassas colantes do tipo AC I, para revestimento interno, e AC III, para piso sobre piso cinza, sem realizar as camadas do revestimento argamassado. Com os sistemas de revestimento prontos, foi realizado a caracterização dos materiais e a caracterização do substrato também. Todos os ensaios que foram realizados são de acordo com as normativas técnicas regulamentadas pela ABNT, os ensaios realizados podem ser verificados na Tabela 1.

Tabela 1- Caracterização dos materiais

Caracterização dos materiais		
	Ensaio	Método
Substrato	Resistência a compressão	Fabricante
	Permeabilidade de água	Rilem TC 116-PCD (1999)
Cerâmica	Absorção de água	NBR 13818(ABNT, 1997)
	Carga de ruptura	Fabricante
	Resistência a flexão	Fabricante
	Expansão por umidade	Fabricante
Argamassa colante	Tempo em aberto	NBR 14081-3(ABNT, 2012)
	Resistência à tração - cura normal	NBR 14081-4(ABNT, 2012)

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.1.1. Tratamento superficial do substrato

Para realizar o tratamento superficial dos substratos, foram escolhidas duas placas de cada empresa, cada uma dessas placas sofreram um tipo de tratamento em ambos os lados. Os tratamentos realizados nos substratos foram de escovação e apicoamento. A outra placa foi mantida lisa, sem fazer nenhum tipo de tratamento superficial, apenas limpeza com ar comprimido e trincha.

3.1.1.1. Escovação

Na realização da escovação, foi utilizado com o auxílio de uma esmerilhadora, uma escova circular de aço. Foi realizado a escovação das placas, até remover a pasta de cimento superficial em função do efeito parede das formas, gerado no momento da concretagem, como mostra na Figura 5.

Figura 5 - Tratamento superficial escovação



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após esse processo foi utilizado ar comprimido e uma trincha úmida para realizar a limpeza das placas, removendo todo o pó gerado nesse processo. A Figura 6 mostra a diferença entre a placa escovada e a placa lisa, que não foi realizado nenhum tratamento superficial nela.

Figura 6 - Placa pré-moldada escovada e sem tratamento



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.1.1.2. Apicoamento

No apicoamento foi utilizado, com o auxílio de um martetele rompedor, um ponteiro. Foi realizado o apicoamento em toda a superfície da placa, procurando deixar sempre na mesma intensidade, como mostra na Figura 7.

Figura 7 - Tratamento superficial apicoamento



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após esse processo foi utilizado ar comprimido e uma trincha úmida para realizar a limpeza das placas, removendo todo o pó gerado nesse processo. A Figura 8 mostra como ficou a placa pré-moldada de concreto após a limpeza e o processo de apicoamento.

Figura 8 - Placa pré-moldada apicoada



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.1.2. Execução do revestimento cerâmico

Depois de realizar o tratamento superficial das placas, elas foram levadas para o laboratório onde foi realizado a limpeza delas, utilizando uma trincha úmida e ar comprimido, para posteriormente realizar a execução do revestimento cerâmico.

Após terminado o processo de limpeza do substrato, foi executado a colagem do revestimento cerâmico, sem realizar o emboco, com o auxílio de uma desempenadeira dentada, cada lado de cada placa utilizamos um tipo de cimento cola, como por exemplo, a placa apicoada de 35 MPa, de um lado da placa foi utilizado argamassa colante do tipo AC I e do outro AC III, isso foi feito com todas as placas, totalizando 12 sistemas de revestimento diferentes. Com o intuito de facilitar o entendimento dos diferentes sistemas foi utilizado as nomenclaturas descritas na Tabela 2.

Tabela 2- Nomenclatura

Nomenclatura			
Resistência placas	Acabamento superficial das placas	Argamassa colante	Nomenclatura
Empresa A substrato de 35 MPa	Sem tratamento	AC I	AC I - Sem tratamento 35
		AC III	AC III - Sem tratamento 35
	Escovado	AC I	AC I - Escovado 35
		AC III	AC III - Escovado 35
	Apicoado	AC I	AC I - Apicoado 35
		AC III	AC III - Apicoado 35
Empresa B substrato de 45 MPa	Sem tratamento	AC I	AC I - Sem tratamento 45
		AC III	AC III - Sem tratamento 45
	Escovado	AC I	AC I - Escovado 45
		AC III	AC III - Escovado 45
	Apicoado	AC I	AC I - Apicoado 45
		AC III	AC III - Apicoado 45

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.2. MATERIAIS UTILIZADOS

Neste capítulo estão apresentadas as propriedades de cada material utilizados nesta pesquisa.

3.2.1. Pastilhas cerâmicas

As pastilhas que foram utilizadas são fabricadas pela empresa Gabriella, classificado como semi gres do grupo de absorção de água B1a. O ensaio que foi realizado para a caracterização das pastilhas é o de absorção de água, os restantes dos dados foram fornecidos pela empresa, como mostra na Tabela 3.

Tabela 3- Caracterização pastilha cerâmica

Pastilha cerâmica		
Característica	Norma/Fonte	Resultados
Absorção de Água	NBR 13818 (ABNT, 1997)	5,10%
Carga de Ruptura	Fabricante	> 1000 N
Resistência à Flexão	Fabricante	> 22 Mpa
Expansão por umidade	Fabricante	0,5 mm/m

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.2.1.1. Absorção de água

Para a determinação da absorção de água das pastilhas cerâmicas, foi utilizado a normativa NBR 13818 (ABNT, 1997), que descreve como o ensaio deve ser realizado. Na execução desse experimento, foram utilizadas 12 pastilhas cerâmicas, no tamanho original delas 10cm x 10cm, água deionizada, fogareiro e estufa.

Primeiramente as pastilhas foram secas em estufa na temperatura de aproximadamente 110°C por 48 horas. Após esse período foi desligada a estufa e deixado as placas dentro da mesma por 24 horas, para que esfriem. Depois que elas esfriaram, foi realizado a pesagem, foram secas e colocadas em um recipiente metálico e preenchido com água deionizada até 5 cm acima das placas. Após essa etapa, foi aquecido o recipiente com água com um fogareiro como mostra na Figura 9 - Absorção de água da cerâmica, depois de 2 horas que a água estava em ebulição, foi retirado o fogareiro e colocado o recipiente em circulação de água corrente, para esfriar as placas cerâmicas. Quando a temperatura das placas diminuiu elas foram secas com papel toalha e realizado a pesagem delas.

Figura 9 - Absorção de água da cerâmica



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O ensaio realizado comprovou que a cerâmica utilizada possui sua faixa de absorção de água entre 3% e 6%, logo pertencendo ao grupo B11a da NBR 13817 (ABNT, 1997) possuindo uma absorção de água na média de 5,1%, como mostra na Tabela 4. A absorção de água de cada corpo de prova, se encontra no Apêndice A.

Tabela 4 - Grupos da absorção de água da cerâmica

Absorção de água (%)	Métodos de fabricação		
	extrudado	Prensado	Outros
$Abs \leq 0,5$	AI	Bla	CI
$0,5 < Abs \leq 3$		Blb	
$3 < Abs \leq 6$	Alla	Blla	Clla
$6 < Abs \leq 10$	Allb	Bllb	Cllb
$Abs > 10$	Alll	Blll	Clll

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.2.2. Argamassa colante

As argamassas colantes que foram utilizadas são para áreas internas (ACI) e as que são recomendadas para piso sobre piso em áreas externas na cor cinza (ACIII) da marca Tecnocola Quartzolit. As características avaliadas das argamassas colantes foram tempo em aberto e resistência à tração em cura normal, como apresenta a Tabela 5.

Tabela 5- Caracterização argamassa colante

Argamassas colantes		
Característica	Argamassa AC I	Argamassa AC III
Tempo em aberto NBR 14081-3 (ABNT, 2012)	0,55 MPa	0,55 MPa
Resistência à tração cura normal NBR 14081-4 (ABNT, 2012)	0,58 MPa	0,52 MPa

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.2.2.1. Tempo em aberto

Na determinação do tempo em aberto das argamassas colantes foi utilizado a NBR 14081-3 (ABNT, 2012), esse ensaio foi utilizado para a ambas argamassas, ACI e ACIII, o que diferencia os ensaios de cada uma é o período de tempo que a argamassa pronta fica sem que seja colada a cerâmica, conforme NBR 14081-1 (ABNT, 2012). Para cada argamassa, foi

necessário de uma placa de substrato padrão, 10 pastilhas cerâmicas 5 x 5 cm, do grupo de absorção de água BIII.

Para a execução desse ensaio, as argamassas foram misturadas com a quantidade equivalente de água, informado pelo fabricante e posteriormente aplicadas com uma desempenadeira dentada no substrato padrão. Feito isso foi acionado o cronometro e esperado o tempo indicado pela norma NBR 14081-1 (ABNT, 2012), 15 minutos para a argamassa ACI e 20 minutos para a argamassa ACIII, como mostra na *Tabela 6*.

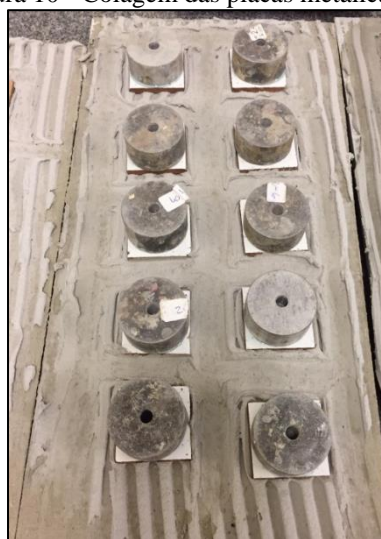
Tabela 6 - Requisitos para as argamassas colantes

Requisitos	Método de ensaio	AC I	AC II	AC III
Tempo em aberto	ABNT NBR 14081-3	≥ 15 min	≥ 20 min	≥ 20 min
Resistencia a tração - cura normal	ABNT NBR 14081-4	≥ 0,5 MPa	≥ 0,5 MPa	≥ 1,0 MPa

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após esse período, foram posicionadas as pastilhas cerâmicas sobre os cordões da argamassa, respeitando o distanciamento entre uma pastilha e outra, mantendo-se afastado das arestas do substrato padrão. Transcorrido os 28 dias da cura da argamassa, foram coladas, com cola epóxi, nas pastilhas cerâmicas, placas metálicas para acoplamento do dinamômetro, para medir a resistência de aderência da argamassa após esse tempo em aberto, como mostra na *Figura 10*. No dia seguinte da colagem das placas metálicas foi realizado o ensaio de aderência utilizando o dinamômetro.

Figura 10 - Colagem das placas metálicas



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Nesse ensaio, tanto a argamassa ACI quanto a argamassa ACIII atenderam a norma quanto ao tempo em aberto, A argamassa colante para revestimentos internos, apresentou resistência média de 0,55 MPa e o ACIII apresentou resistência média também de 0,55 MPa. Ambos atendendo a norma que solicita a resistência média superior à de 0,5 MPa, os dados desse ensaio se encontram no Apêndice B.

3.2.2.2. Resistência à tração em cura normal

Para a determinação da resistência à tração da argamassa colante, foi utilizado o ensaio da norma NBR 14081-4 (ABNT, 2012), para ambas as argamassas, ACI e ACIII. Nesse ensaio, foram utilizados, para cada argamassa, uma placa de substrato padrão, 10 pastilhas cerâmicas 5cm x 5cm, do grupo de absorção de água B11a.

Nesse ensaio, as argamassas foram misturadas com a quantidade equivalente de água, informado pelo fabricante e posteriormente aplicadas com uma desempenadeira dentada no substrato padrão, após isso acionado o cronometro. Transcorrido 5 minutos que a argamassa estava aplicada no substrato padrão foram posicionadas as pastilhas, respeitando as distancias entre uma pastilha e outra, mantendo-se afastado das arestas do substrato, como mostra na Figura 11. Passados 28 dias da aplicação da realização do ensaio, foram coladas, com cola epóxi, placas metálicas nas pastilhas cerâmicas, para conseguir acoplar o dinamômetro. No dia seguinte da colagem das placas metálicas, foi realizado o ensaio de aderência utilizando o dinamômetro.

Figura 11 - Posicionamento das pastilhas cerâmicas



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

De acordo com esse ensaio, a argamassa colante do tipo ACI possui resistência média de 0,58 Mpa, logo, está atendendo o requisito da norma de que argamassa dessa categoria, deve apresentar uma resistência à tração de no mínimo 0,5 MPa. Já, a argamassa colante do tipo ACIII apresentou resistência medida de 0,52 MPa, mas a norma NBR14081-1 (ABNT, 2012), solicita que argamassa colante dessa categoria, devem apresentar resistência à tração média de 1,0 MPa, como mostra na Tabela 6, isso pode ter ocorrido pois a execução desse ensaio não foi realizada por profissional da área. Os resultados obtidos nesse ensaio, se encontram no Apêndice C.

3.2.3. Placas pré-fabricadas

As placas pré-fabricadas foram confeccionadas por duas empresas diferentes que utilizam concreto auto adensável e fôrmas metálicas para a sua fabricação. As placas possuem aproximadamente as seguintes dimensões, 60 x 60 x 9 cm (largura, comprimento e espessura). Foram utilizadas 6 placas, 3 placas de cada empresa, cada uma delas foram empregados diferentes tratamentos superficiais, sem tratamento, escovado e apicoado, conforme o item 3.1.2 desse trabalho. O ensaio que foi realizado para a caracterização das placas foi de absorção de água por capilaridade, como apresentado na Tabela 7.

Tabela 7- Caracterização do substrato

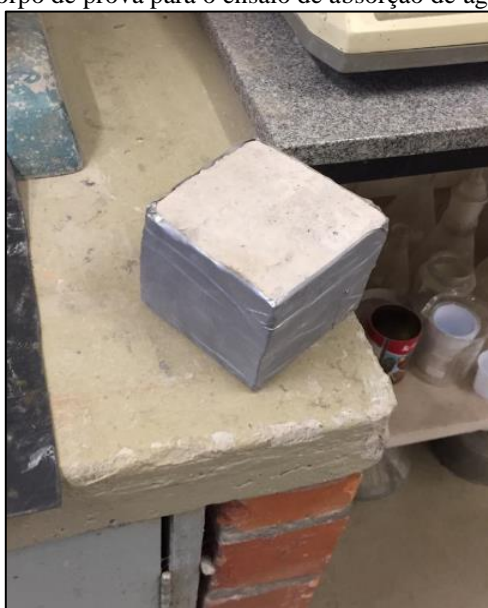
Substrato			
Resistência placas	Acabamento superficial das placas	Resistência à compressão (ensaiado pelo fabricante)	Permeabilidade de água após 24h (Rilem, 1999)
Substrato de 35 Mpa	Sem tratamento	41,5 MPa	0,683 g/cm ²
	Escovado	41,5 MPa	0,589 g/cm ²
	Apicoado	41,5 MPa	0,805 g/cm ²
Substrato de 45 Mpa	Sem tratamento	49,8 MPa	0,469 g/cm ²
	Escovado	49,8 MPa	0,299 g/cm ²
	Apicoado	49,8 MPa	0,505 g/cm ²

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.2.3.1. Absorção de água por capilaridade

Para o ensaio de absorção de água por capilaridade foi adotado o método proposto por RILEM TC 116-PCD. Esse método consiste em extrair no mínimo três corpos de prova, podendo ser circular ou retangular, e secar os corpos de prova em uma estufa. Após a secagem dos corpos de prova, eles foram pesados, enumerados e vedado as laterais para que a absorção ocorra apenas pela face inferior, que está em contato com a água, como mostra na Figura 12.

Figura 12 - Corpo de prova para o ensaio de absorção de água do substrato



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após todos eles estarem vedados, foram colocados em um recipiente com água, não permitindo que encostem no fundo do recipiente e mantendo o nível da água 3 milímetros acima da face do corpo de prova, como mostra na Figura 13. Depois de colocá-los na água, acionou-se o cronômetro para realizar as pesagens no tempo de 10 e 30 minutos, 1, 4 e 24 horas. Em cada pesagem, os corpos de prova eram secos, com o auxílio de um papel toalha, e imediatamente após a pesagem de cada um, eram colocados novamente no recipiente com água.

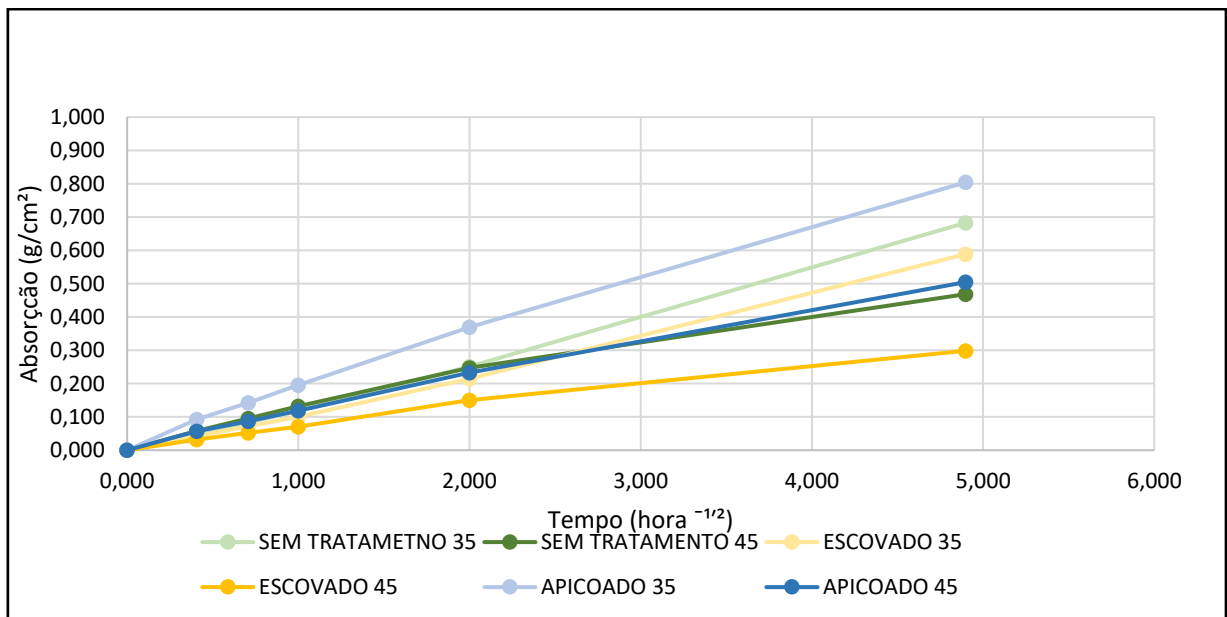
Figura 13 - Ensaio de absorção de água do substrato



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Esse ensaio foi realizado com corpo de prova de todas as placas, para conseguir compreender melhor se a absorção de água pode ser influenciada pela rugosidade superficial do substrato. Os resultados obtidos, individualmente de cada corpo de prova se encontram no Apêndice D e o resultado de cada substrato está demonstrado na Figura 14.

Figura 14- Absorção de água do substrato



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

De acordo com os resultados obtidos, conseguimos perceber que as placas de concreto de menor resistência a compressão, possuem os valores mais altos de absorção de água por capilaridade. As superfícies escovadas, apresentaram maior diferença na taxa de absorção de água, o substrato de 35 MPa absorveu 97% a mais que o substrato de 45 MPa com o mesmo tratamento do substrato. De acordo com Medeiros *et al.* (2011) quanto menor a porosidade do concreto, mais resistente e durável ele será. Neville (2016) afirma ainda que a diminuição da relação água/aglomerante aumenta a resistência a compressão do concreto, e com isso diminuí a sua porosidade.

As superfícies escovadas em ambas as resistências, possuíram as menores taxas de absorção. As superfícies apicoadas foram as que mais absorveram água, quando comparadas com as outras superfícies da mesma resistência, nos substratos de 35 MPa, a superfície apicoada absorveu 36,65% a mais que a superfície escovada, já nos substratos de 45 MPa, a superfície apicoada absorveu 69,09% a mais que a superfície escovada. Esse resultado é esperado pelo fato da base apicoada não possuir o efeito parede do concreto em relação a forma, apresentando uma maior porosidade.

3.3. MÉTODO DE ENSAIO

Neste item, está apresentado o método utilizado para a caracterização dos diferentes sistemas de revestimento empregados nesta pesquisa. Foram realizados ensaios de aderência à tração, conforme a Tabela 8.

Tabela 8- Caracterização revestimento

Revestimento	
Característica	Normativa/Fonte
Resistência de aderência à tração	NBR 13755 (ABNT, 2017)

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.3.1. Resistência de aderência à tração

Para a caracterização do revestimento, foi realizado ensaio de aderência à tração conforme a NBR 13755 (ABNT, 2017). A norma determina que a cerâmica, seja aplicada sobre chapisco e emboço. Nesta pesquisa, a argamassa colante foi aplicada diretamente no substrato, e junto com a argamassa colante é realizada a aplicação do revestimento cerâmico, tendo em vista que essa é uma limitação desta pesquisa. No restante, o ensaio foi realizado conforme a norma, sendo assim realizados 12 ensaios em cada sistema de revestimento, logo, 144 determinações. Segundo a norma, o revestimento é aceito se pelo menos oito, dos doze ensaios realizados, tiverem resistência superior ao indicado na Tabela 9.

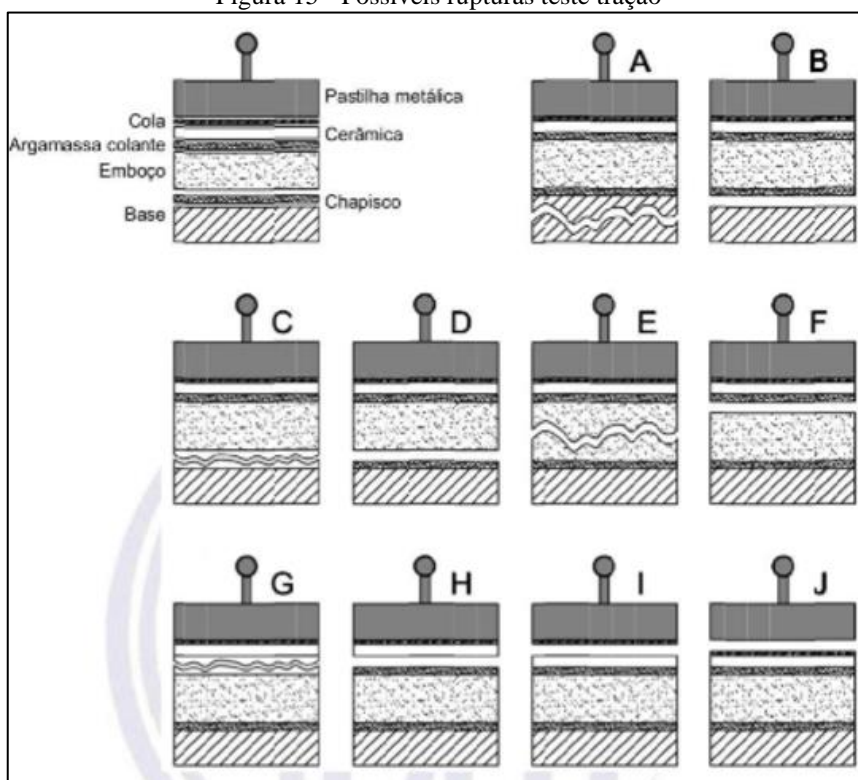
Tabela 9 - Resistência a tração argamassa

Ensaio	Amostragem mínima	Resultado do ensaio	Comentários
Aderência das placas ao emboço	12 CP a cada 2000 m ²	Pelo menos oito CP $\geq 0,5$ MPa	Aprovado
		$0,3 \leq$ oito CP $< 0,5$ MPa	Consultar responsável pelo projeto
		Menos de oito CP $\geq 0,3$ MPa	Reprovado

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

As locações dos corpos de prova estão descritas também na NBR 13755 (ABNT, 2017), são feitas de forma aleatória, respeitando o espaçamento entre si e dos cantos. A norma afirma ainda, que a ruptura pode ocorrer em qualquer das interfaces ou no interior das camadas de revestimento. A forma de ruptura, demonstra qual a camada de revestimento que possui menos resistência com relação aos esforços normais de tração. A norma apresenta as possíveis rupturas para esse ensaio, conforme a Figura 15.

Figura 15 - Possíveis rupturas teste tração



Fonte: (NBR 13755, 2017)

No ensaio desta pesquisa, as possíveis formas de ruptura são entre a pastilha metálica e a cola, entre a cola e a cerâmica, entre a cerâmica e a argamassa colante, na argamassa colante, entre a argamassa colante e o substrato e no substrato. As outras formas de ruptura não poderão ocorrer pois no nosso ensaio não foram realizados chapisco e emboço.

Para realizar esse experimento, foi realizada uma matriz com 12 sistemas de revestimento, onde possuíamos dois tipos de argamassas colante, duas resistências dos substratos e ainda, com diferentes tratamentos superficiais de cada placa, sem tratamento, escovado e apicoado. Mas possuíamos apenas três placas de cada resistência e utilizou-se ambos os lados. Dessa forma, as cerâmicas foram assentadas com os dois tipos de argamassa colante na mesma placa de concreto, de um lado da placa foi utilizado argamassa colante do tipo ACI e do outro lado a argamassa colante do tipo ACIII.

Nesse ensaio foram preparadas as argamassas colantes e aplicando através da utilização uma desempenadeira dentada no substrato e assentadas as cerâmicas, sempre respeitando o distanciamento entre uma cerâmica e outra e o afastamento entre a lateral do substrato, como mostra na Figura 16. Após assentar as cerâmicas, foi aguardado um prazo de 28 dias, e após esse período foi realizado o ensaio de arrancamento do sistema de revestimento, como mostra na Figura 17.

Figura 16 - Distanciamento da cerâmica



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 17 – Realização do ensaio de resistência de aderência



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.4. ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS

O tratamento dos dados obtidos com os ensaios nos revestimentos argamassados, foi realizado através de análise de variância (ANOVA) para verificação da significância dos resultados de resistência de aderência à tração. O nível de significância adotado foi de 95%. Para esta análise foi utilizado o *software* editor de planilhas Excel.

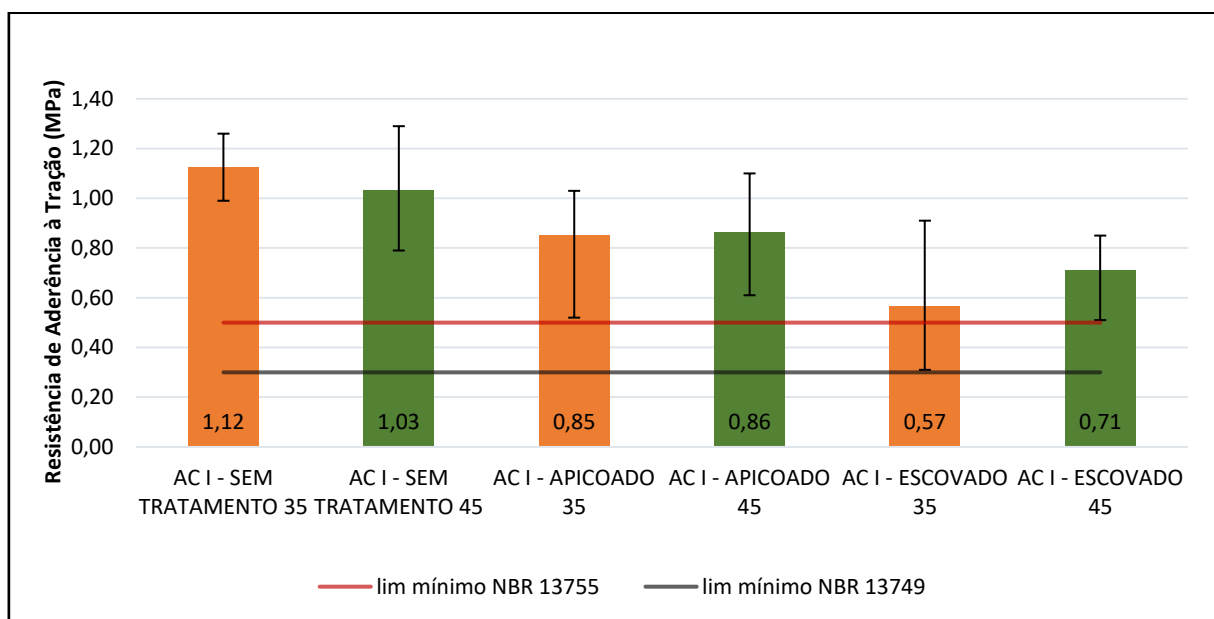
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesse capítulo estão apresentados os resultados de resistência de aderência à tração dos sistemas empregados nesta pesquisa e suas análises na sequência. De maneira geral serão apresentados primeiramente os resultados dos sistemas de revestimento que possuem a argamassa colante do tipo I (ACI), seguido pelos sistemas de revestimentos que possuem a argamassa colante do tipo III (ACIII) e por fim uma avaliação global.

4.1. SISTEMA DE REVESTIMENTO COM A UTILIZAÇÃO DA ARGAMASSA COLANTE DO TIPO I

Os resultados obtidos de cada corpo de prova no ensaio, de resistência a tração utilizando argamassa colante do tipo I, estão no Apêndice E. A Figura 18 apresenta os resultados médios obtidos de cada sistema de revestimento, juntamente com o limite mínimo de 0,5 MPa para sistemas de revestimento cerâmico, segundo a norma NBR 13755 (ABNT, 2017) e o limite mínimo de 0,3 MPa para os sistemas de revestimento argamassado segundo a norma NBR 13749 (ABNT, 2013).

Figura 18 - Resistência de aderência à tração utilizando AC I



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

De acordo com os resultados, pode-se perceber que todos os sistemas de revestimento que utilizaram a argamassa colante do tipo I ficaram acima de 0,5 MPa, o valor mínimo especificado pela norma NBR 13755 (ABNT, 2017). Ainda é possível identificar que o acabamento superficial do substrato de mesma resistência apresentou diferenças no sistema frente a aderência. As placas sem tratamento de 35 MPa e a de 45 MPa apresentaram resistência de aderência a tração superiores quando comparadas com os substratos de mesma resistência com tratamento superficial, obtendo aumento de 31,76% e 19,76% respectivamente, quando comparadas com as placas que foram apicoadas e 96,5 % e 45% respectivamente, quando comparadas com as placas que foram escovadas.

Segundo Gasperin (2011), a rugosidade superficial da base auxilia na aderência da argamassa, que é proporcionada pela macroestrutura do substrato, proporcionando a macroancoragem do revestimento. Uma das alternativas de solucionar os problemas dos substratos de baixa porosidade é modificar a superfície do substrato, proporcionando a ancoragem das argamassas pela rugosidade da base. De acordo com esse autor, deveríamos ter obtido melhores resultados de resistências a tração do revestimento nos substratos que houve o tratamento superficial, nas superfícies apicoadas e escovadas, diferente do que ocorreu neste sistema de revestimento utilizando a argamassa colante do tipo I.

Segundo a Figura 18, podemos perceber também que a resistência a tração do sistema, não varia muito conforme a resistência à compressão das placas. Entre as placas sem tratamento, a placa de concreto de 35MPa obteve resultado melhor que a placa de 45 MPa sem tratamento, obteve um aumento de 8,74%. Já para as placas que foram realizados os tratamentos superficiais, as placas de 45 MPa obtiveram as melhores resistência a tração do sistema, nas superfícies apicoadas obteve um aumento de 1,18% e nas superfícies escovadas obteve um aumento de 24,56% na sua resistência à tração do sistema.

Com o intuito de identificar se há variação entre os resultados aplicados em cada um dos substratos (35 e 45 MPa), a Tabela 10 apresenta a análise de variância entre os valores de resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimentos cerâmicos com diferentes tratamentos.

Tabela 10 - Análise de variância (ANOVA) da resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimentos cerâmicos com aplicação da argamassa colante do tipo I

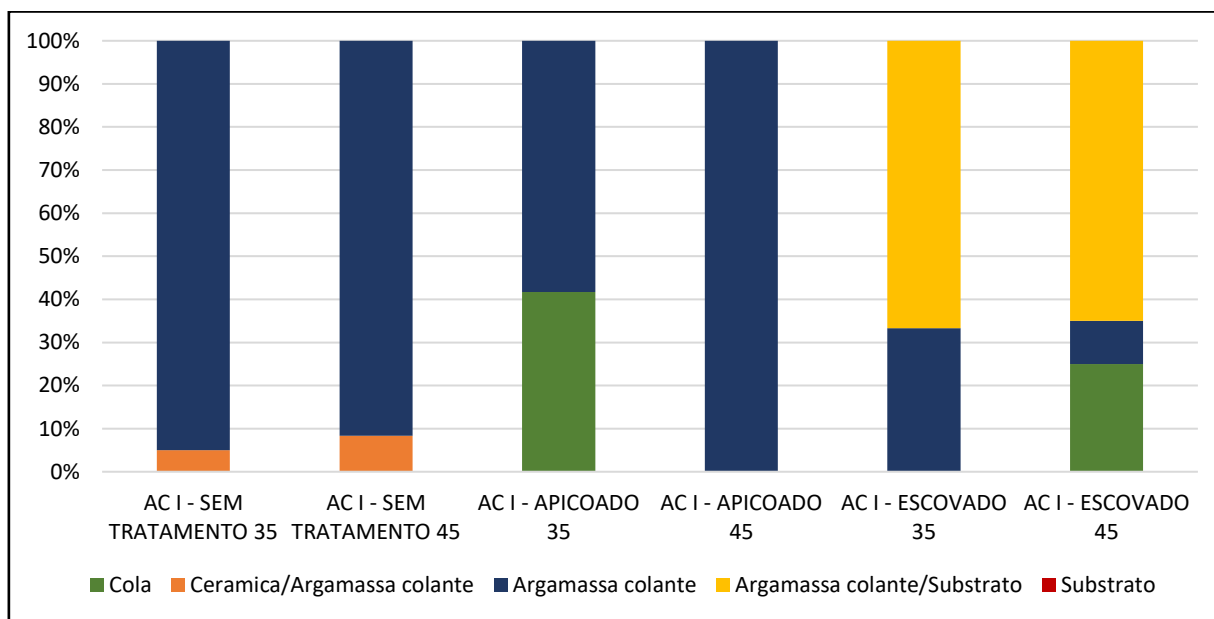
Fonte	GDL	SQ	MQ	F	F crítico	Valor de P	Efeito significativo
35 MPa	2	1,796	0,898	40,75	3,3158	2,8E-09	S
45 MPa	2	0,622	0,311	16,08	3,2849	1,3E-05	S

Onde: GDL = grau de liberdade; SQ = soma quadrada; MQ = média quadrada.

Fonte: Elaborado pelo Autor

O resultado de análise de variância apresentou, para um nível de confiança de 95%, efeito significativo (valor de 'p' inferior a 0,05), ou seja, a superfície das diferentes bases influenciou para a resistência de aderência à tração para ambos os substratos.

Figura 19- Formas de ruptura dos sistemas de revestimentos com AC I

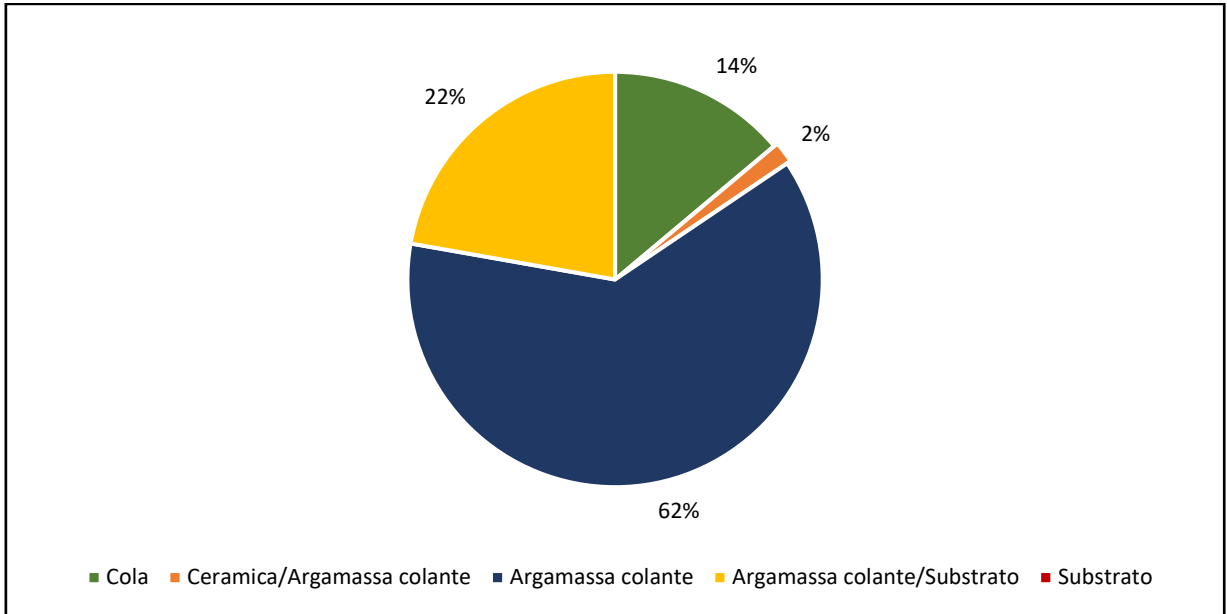


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

De acordo com a Figura 19 podemos perceber que o ponto mais frágil do sistema de revestimento está de acordo com o tipo de tratamento superficial das placas utilizadas. As placas sem tratamento superficial e as apicoadas, obtiveram as maiores resistências de tração de acordo com a Figura 18. De acordo com a Figura 19 o ponto mais frágil delas foi principalmente a argamassa colante e em poucas vezes na interface entre a argamassa colante e a cerâmica. Nas

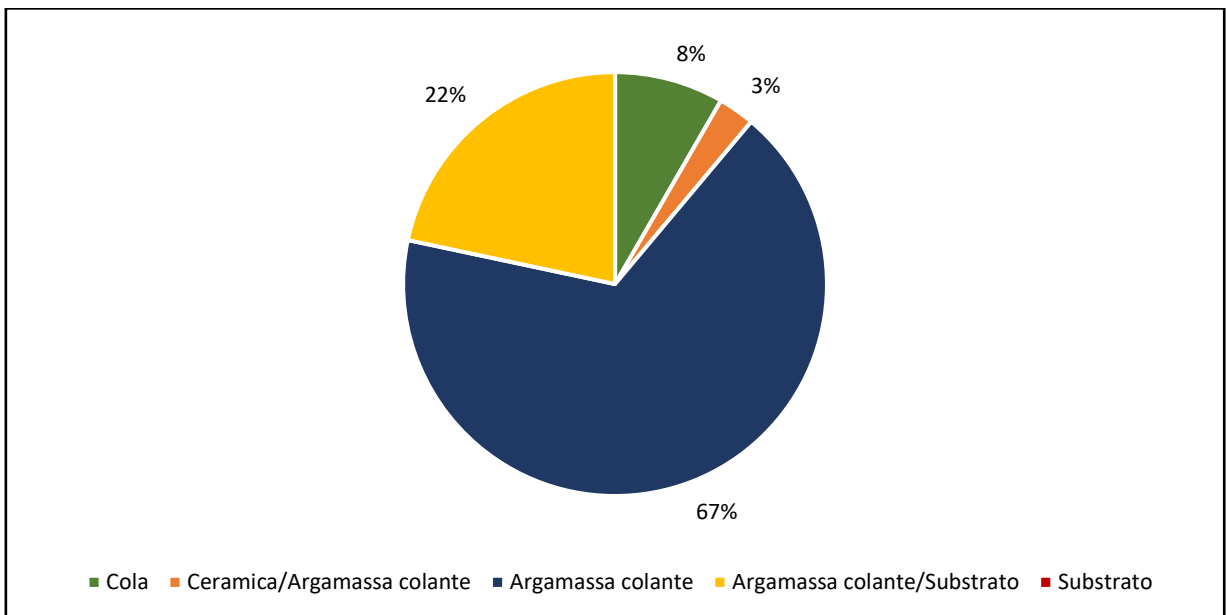
superfícies escovadas o local de menor resistência, na maioria das vezes, foi na interface entre a argamassa colante e o substrato, e em poucas vezes foi na argamassa colante.

Figura 20- Formas de ruptura dos substratos de 35 MPa revestidos com AC I



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 21- Formas de ruptura dos substratos de 45 MPa utilizando AC I



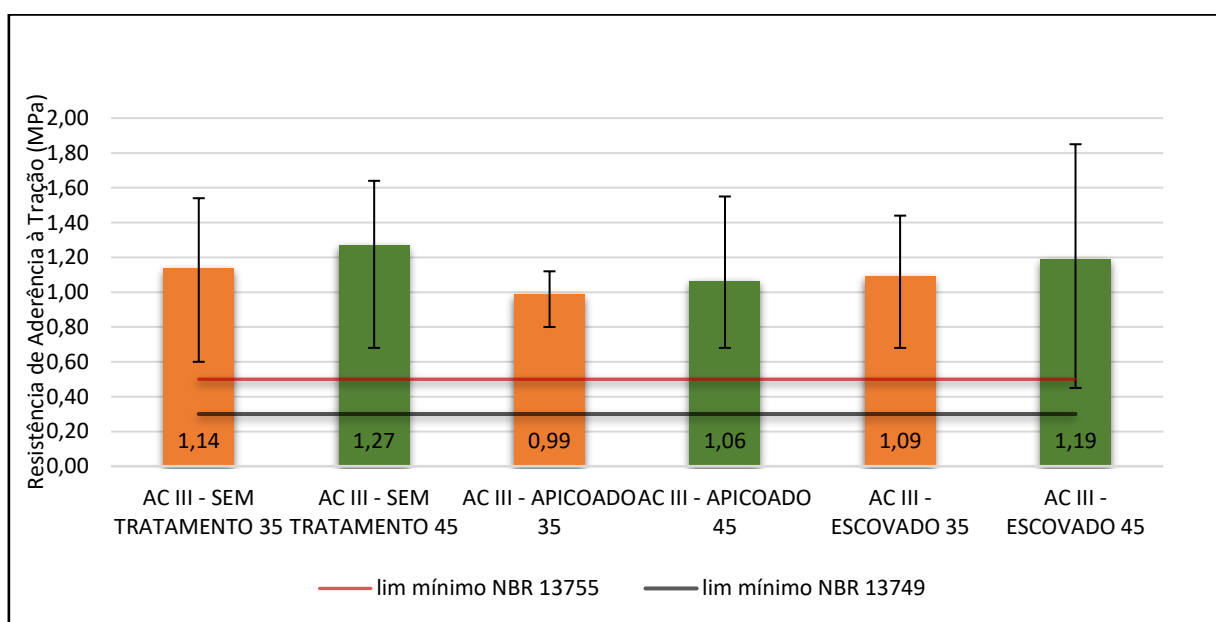
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Conforme as Figura 20 e a Figura 21, podemos observar que a forma de ruptura dos sistemas de revestimento, foi praticamente o mesmo. Sendo assim, a resistência à compressão do substrato não alterou a forma de ruptura do sistema de revestimento. Segundo Souza & Otre (2014), o aumento da resistência a compressão do concreto, faz com que aumente a durabilidade do concreto diminuindo a entrada de agentes agressivos. Aumentando a resistência do concreto, com a utilização de aditivos químicos e adições minerais, diminui a porosidade do concreto podendo prejudicar a aderência do revestimento argamassado. Nesta pesquisa essa diferença de porosidade foi identificada na avaliação de absorção de água do substrato, mas a aderência em função dos valores obtidos e da forma de ruptura, vão contra a teoria do autor mencionado.

4.2. SISTEMA DE REVESTIMENTO COM A UTILIZAÇÃO DA ARGAMASSA COLANTE DO TIPO III

Os resultados obtidos de cada corpo de prova no ensaio, de resistência a tração utilizando argamassa colante do tipo AC III, estão no Apêndice F. A Figura 22 apresenta os resultados médios obtidos de cada sistema de revestimento, juntamente com o limite mínimo de 0,5 MPa para sistemas de revestimento cerâmico, segundo a norma NBR 13755 (ABNT, 2017) e o limite mínimo de 0,3 MPa para os sistemas de revestimento argamassado segundo a norma NBR 13749 (ABNT, 2013).

Figura 22- Resistência de aderência à tração utilizando AC III



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

De acordo com os resultados, podemos perceber que todos os sistemas de revestimento, utilizando argamassa colante do tipo AC III, ficaram muito acima da resistência a tração mínimo indicada pela norma NBR 13755 (ABNT, 2017) e pela NBR 13749 (2013). Analisando a Figura 22 percebe-se que, comparando as placas de mesma resistência, as superfícies que não sofreram nenhum tratamento, obtiveram os valores mais altos. Fazendo a comparação, os sistemas de revestimentos dos substratos sem tratamento superficial de 35 MPa e o de 45 MPa tiveram uma resistência a tração superior de 15,1% e 19,8%, respectivamente, quando comparados com as superfícies apicoadas e 4,6% e 6,7%, respectivamente, quando comparada as superfícies escovadas.

O excesso de macroporos no substrato, pode prejudicar à aderência da argamassa no substrato pois a argamassa, não consegue preencher completamente todos os espaços vazios dos macroporos (ABCP, 2002). Já para Paes (2004), o excesso de porosidade da base prejudica a aderência da argamassa, devido à alta taxa de absorção de água que o substrato possui, impedindo assim o processo de hidratação do revestimento.

Podemos perceber também que a resistência a tração do sistema, não varia muito conforme a resistência à compressão das placas, percebemos que as placas de 45 MPa obtiveram melhores resultados em todos os acabamentos superficiais. Em comparação, as placas sem tratamento de 45 MPa obtiveram maior resistência de aderência do sistema da placa de 35 MPa sem tratamento, cerca de 11,40%. Nas superfícies apicoadas, obteve-se um aumento de 7,07% e nas superfícies escovadas, e um aumento de 9,17% na resistência a tração do sistema de revestimento.

Para identificar se há variação entre os resultados aplicados em cada um dos substratos (35 e 45 MPa), a Tabela 11 apresenta a análise de variância entre os valores de resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimentos cerâmicos com diferentes tratamentos.

Tabela 11 - Análise de variância (ANOVA) da resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimentos cerâmicos com aplicação da argamassa colante do tipo III

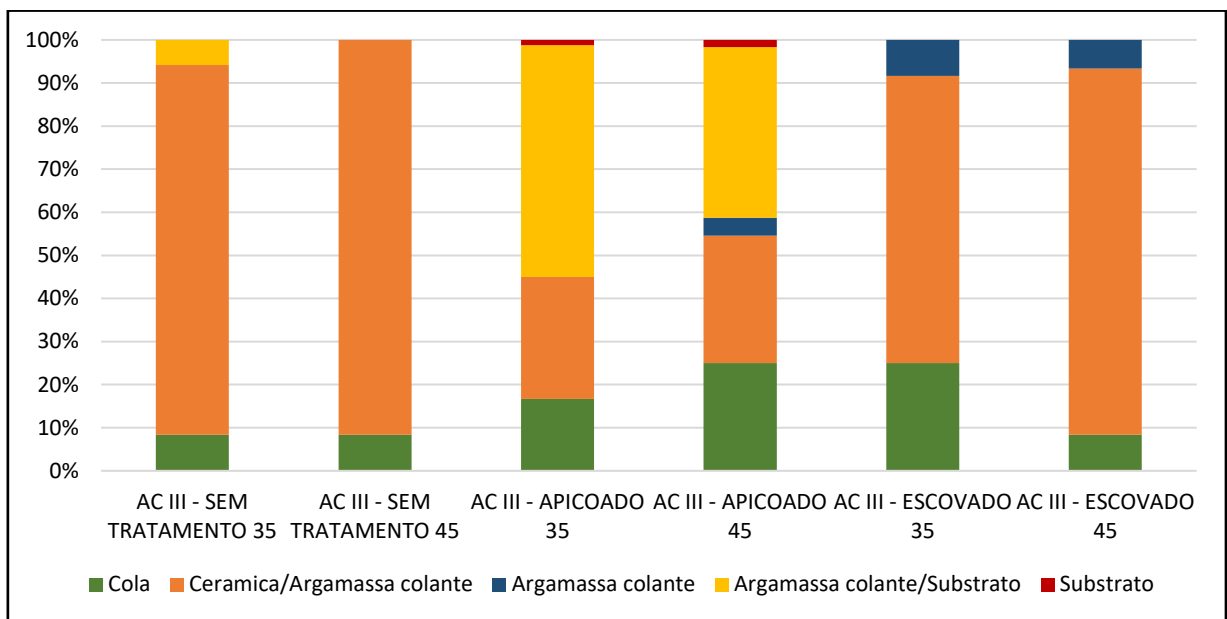
Fonte	GDL	SQ	MQ	F	F crítico	Valor de P	Efeito significativo
35 MPa	2	0,0386	0,0193	0,1409	3,2849	0,8690	NS
45 MPa	2	0,2604	0,1302	1,2416	3,2849	0,3020	NS

Onde: GDL = grau de liberdade; SQ = soma quadrada; MQ = média quadrada.

Fonte: Elaborado pelo Autor

O resultado de análise de variância apresentou, para um nível de confiança de 95%, efeito não significativo (valor de 'p' superior a 0,05), ou seja, o tratamento aplicado nas diferentes bases não influenciou para a resistência de aderência à tração para ambos os substratos, quando utilizado a argamassa colante do tipo III.

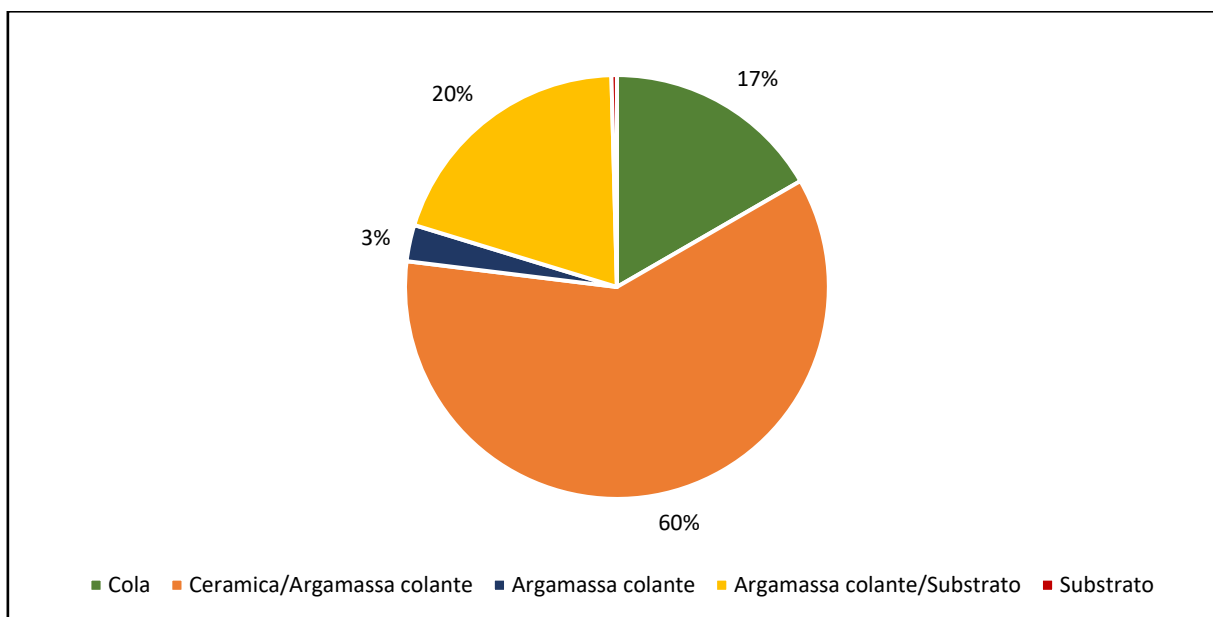
Figura 23- Formas de ruptura dos sistemas de revestimentos com AC III



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

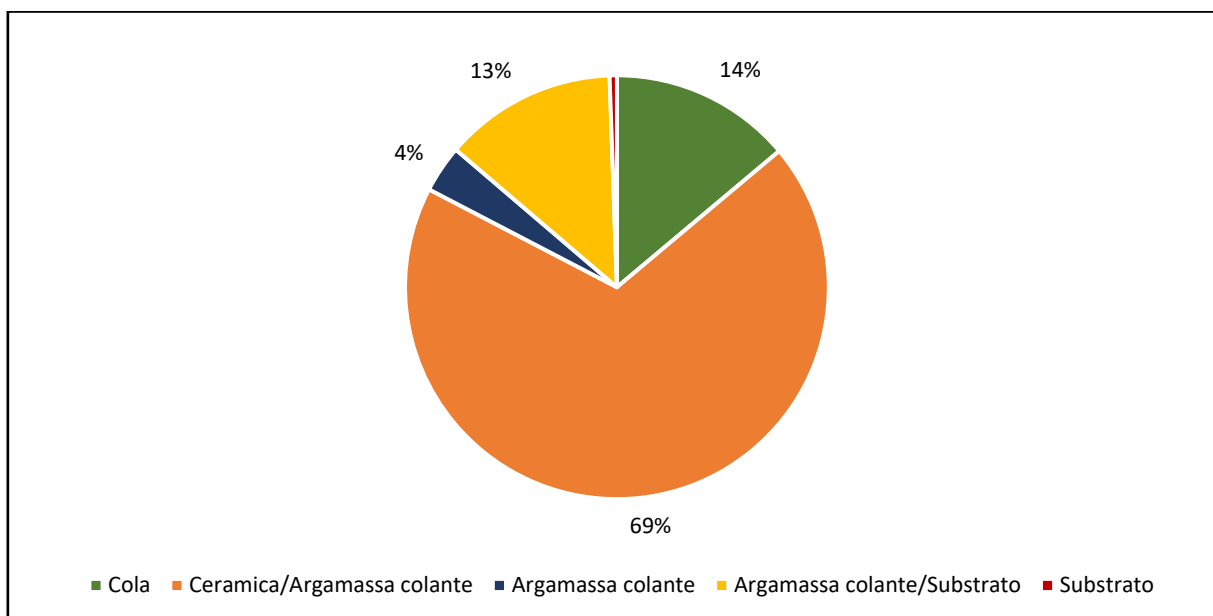
De acordo com a Figura 23 podemos perceber que a forma de ruptura do sistema de revestimento foi muito parecida, entre as placas de 35 MPa e 45 MPa, de acordo com o tipo de acabamento superficial do substrato. As placas sem tratamento superficial e as placas escovadas tiveram o ponto mais frágil na interface entre a argamassa colante e a cerâmica. Já as superfícies apicoadas, tem como sendo o ponto mais frágil do sistema de revestimento a interface entre a argamassa colante e o substrato.

Figura 24- Formas de ruptura dos substratos de 35 MPa revestidos com AC III



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 25- Formas de ruptura dos substratos de 45 MPa revestidos com AC III



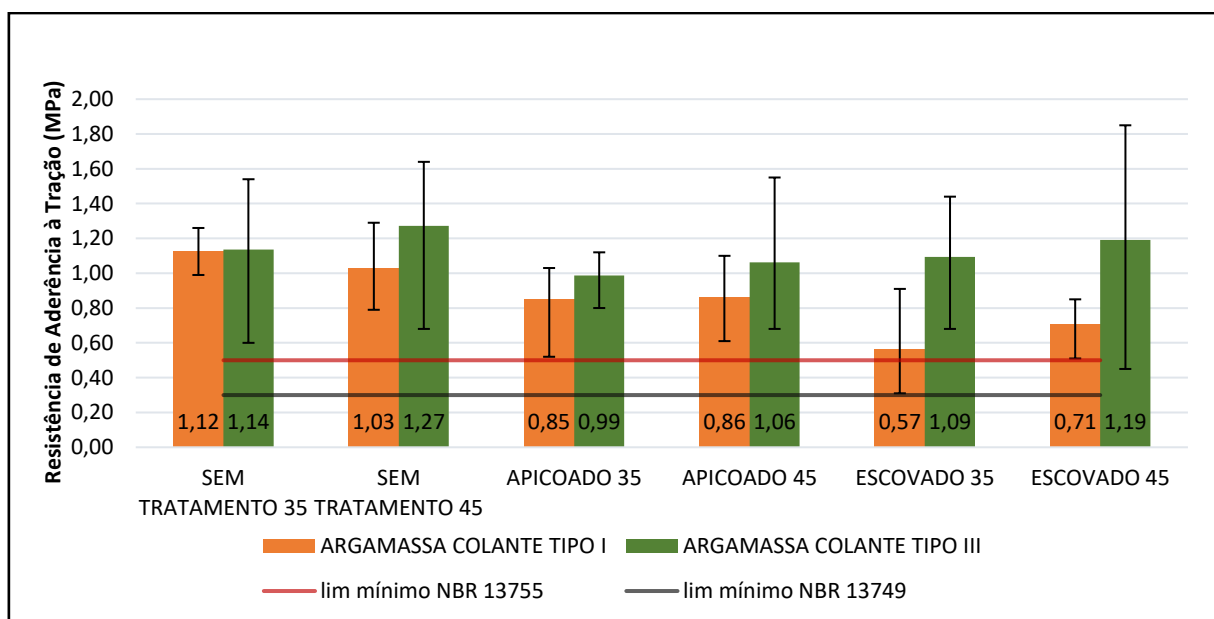
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Conforme as Figura 24 e a Figura 25, podemos perceber que a forma de ruptura dos sistemas de revestimento, foi praticamente o mesmo, sendo assim, a resistência a compressão do substrato não alterou a forma de ruptura do sistema de revestimento.

4.3. DESEMPENHO GLOBAL DOS SISTEMAS DE REVESTIMENTO

A Figura 26 apresenta os resultados médios obtidos de cada sistema de revestimento, juntamente com o limite mínimo de 0,5 MPa para sistemas de revestimento cerâmico, segundo a norma NBR 13755 (ABNT, 2017) e o limite mínimo de 0,3 MPa para os sistemas de revestimento argamassado segundo a norma NBR 13749 (ABNT, 2013).

Figura 26 - Resistência de aderência à tração global



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

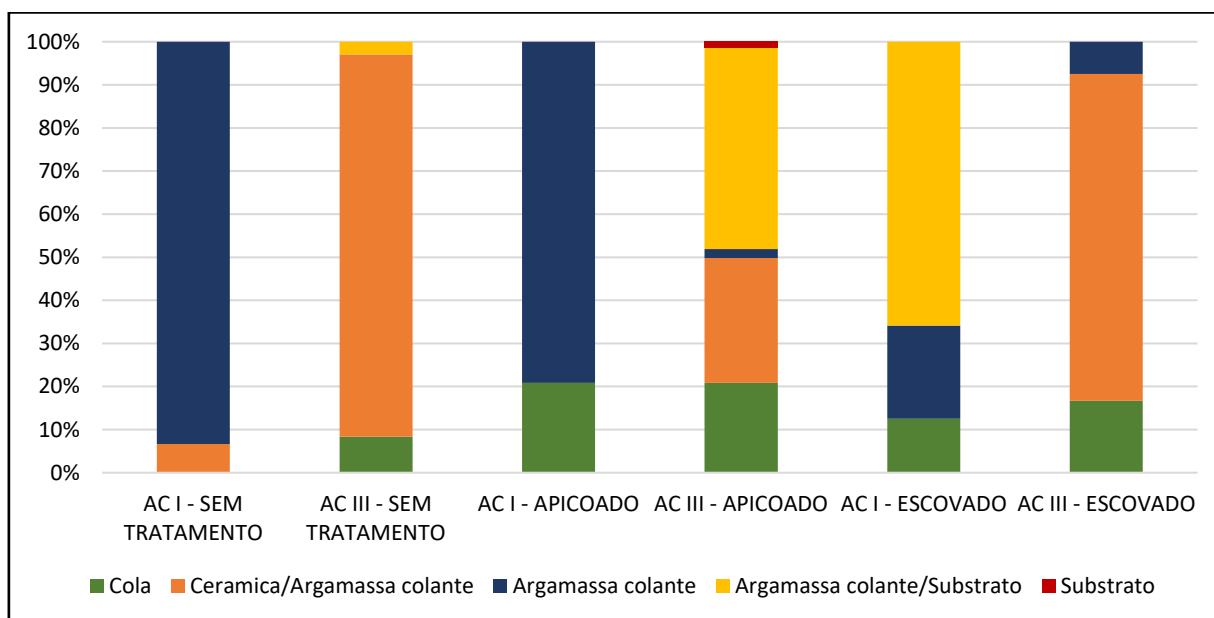
De acordo com a Figura 26, podemos observar que nesse caso, os sistemas que foram executados utilizando as argamassas colante do tipo III possuem resistência mais elevada quando comparadas as executadas com a argamassa colante do tipo I. Segundo a NBR 14081-1 (2012), as argamassas colantes do tipo III, que possuem uma aderência superior, quando comparados com as argamassas do tipo I e II.

As superfícies que obtiveram maiores aumento de resistência de aderência do sistema, foram as superfícies escovadas, quando utilizado a argamassa colante do tipo III, comparando com as mesmas superfícies escovada executadas com argamassa colante do tipo I, o substrato com resistência de 35 MPa, obteve um aumento de 91,2% e o substrato de 45 MPa obteve um aumento de 67,7%. As demais superfícies obtiveram aumento utilizando argamassa colante do tipo III, mas não teve diferença tão expressiva, as superfícies sem tratamento de 35 MPa e a de

45 MPa tiveram um aumento de 1,79% e 23,3% respectivamente e as superfícies apicoadas 16,47% e 23,26% respectivamente.

Conseguimos analisar também que a superfície sem tratamento utilizando AC III obteve o melhor resultado, 1,14 MPa no substrato de 35 MPa e 1,27 MPa no substrato de 45 MPa. Segundo Pretto (2007), a rugosidade superficial do substrato é um dos principais fatores para se obter uma boa aderência. Esse autor afirma ainda, que quando o substrato é muito liso e pouco poroso, se faz necessário o uso de tratamento superficial mais agressivos, ele comenta ainda que o tratamento superficial que melhor auxilia nesse aspecto é a escovação do substrato, diferente o que foi encontrado nesta pesquisa.

Figura 27- Formas de ruptura global dos sistemas de revestimentos



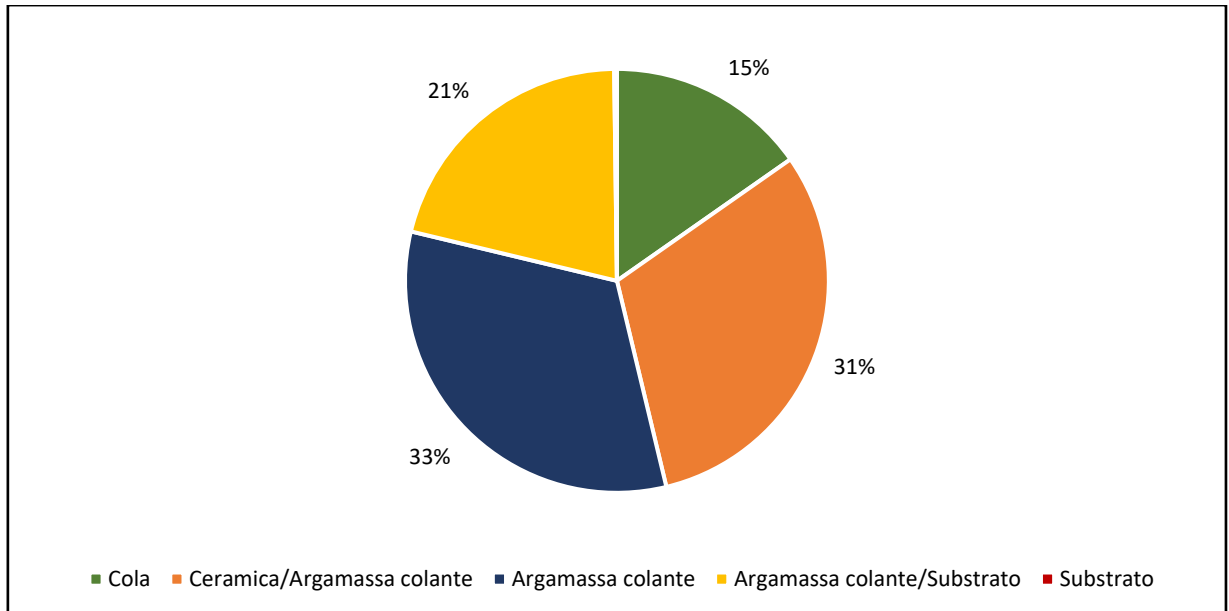
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Segundo a Figura 27, as formas de rupturas foram bastante distintas quando comparadas com as mesmas superfícies, alterando o tipo de argamassa colante. Podemos perceber também, que as superfícies que apresentaram fragilidade, do sistema de revestimento, entre a argamassa colante e o substrato foram as superfícies apicoadas utilizando argamassa colante do tipo III com 46,6%, e as superfícies escovadas utilizando argamassa colante do tipo I com 65,83%. As demais superfícies não apresentaram falha de aderência expressiva entre a argamassa colante e o substrato.

De acordo com Recena (2012), a aderência final da argamassa está relacionada ao quanto que o substrato conseguiu absorver da pasta da argamassa, seja por microancoragem ou

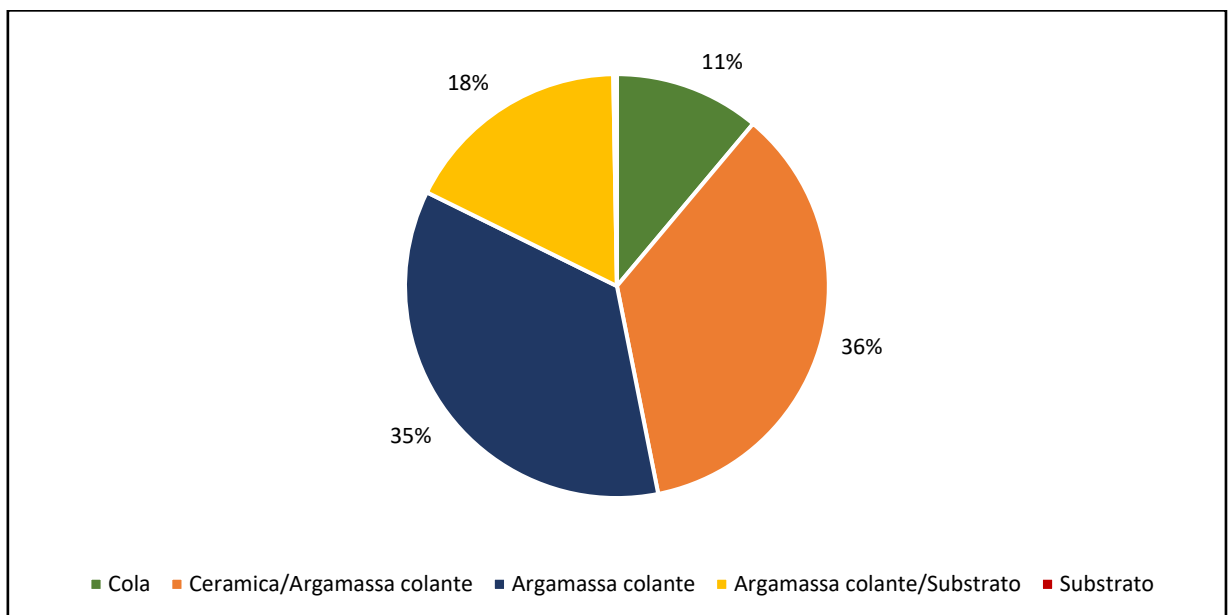
macroancoragem. Essa ancoragem é formada pela absorção da pasta, no estado fresco, pelo substrato e será o enrijecimento, da pasta absorvida, que proporcionara a boa aderência da argamassa.

Figura 28- Forma de ruptura global com os substratos de 35 MPa



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 29- Forma de ruptura global com os substratos de 45 MPa



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Conforme as Figura 28 e a Figura 29, podemos perceber que a forma de ruptura dos sistemas de revestimento com os diferentes substratos, foi praticamente o mesmo, sendo assim, a resistência a compressão do substrato não alterou a forma de ruptura do sistema de revestimento. Segundo Gasperin (2011), a evolução das estruturas de concreto, que possibilita maiores vãos, construções mais altas e estruturas mais esbeltas, faz com seja necessário o aumento da resistência do concreto, que diminui a porosidade da estrutura, o que acaba prejudicando a aderência das argamassas

Para Pretto *et al* (2009), os concretos de alta resistência, fôrmas plastificadas e a utilização de óleos desmoldantes são os principais fatores que contribuem para a formação de superfícies mais lisas e de baixa porosidade. Conseqüentemente a absorção capilar diminui o que acaba prejudicando a ancoragem da argamassa no substrato. Nesse mesmo sentido Ruduit (2009) afirma, o aumento da resistência dos concretos, o uso de desmoldantes e a utilização de fôrmas mais lisas, deixam a estrutura com menos poros e rugosidades superficiais, que dificulta a ancoragem das argamassas e conseqüentemente a aderência dela.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos ensaios e das análises realizadas, conseguimos compreender o efeito dos tratamentos superficiais realizados no substrato de concreto, quando aplicadas diferentes tipologia de argamassa colante para assentamento do revestimento cerâmico. Apesar dos sistemas de revestimento terem resultados bastante distintos, todos tiveram resistência de aderência à tração superior ao prescrito pela norma NBR 13755 (ABNT, 2017). De uma forma mais detalhada, se conclui que:

- **Com relação aos substratos de diferentes resistências:**

A resistência à compressão dos concretos utilizados, 35 MPa e 45 MPa, e consequentemente apresentaram diferentes porosidades, avaliado através do ensaio de absorção de água, ou seja, a porosidade da base com o concreto de 35 MPa é superior a base com o concreto de 45MPa. Quando aplicada as diferentes argamassas colantes, empregadas nesta pesquisa, pode perceber através dos resultados de resistência de aderência à tração, houve um comportamento similar, indiferente da resistência do substrato, ou seja, não apresentou diferenças para o mesmo tipo de tratamento superficial realizado.

- **Com relação aos diferentes tratamentos superficiais do substrato:**

Os sistemas de revestimento que foram utilizadas a argamassa colante do tipo I, tiveram resultados bem distintos em relação ao tipo de tratamento superficial do substrato, quando comprada, a superfície sem tratamento superficial obteve uma resistência de aderência superior em 96,5% em relação a superfície escovada. Conforme a análise estatística, para as argamassas do tipo AC I, o tratamento superficial influenciou na resistência de aderência a tração do sistema, para as argamassas do tipo AC III, a resistência de aderência do sistema não foi influenciada pelo tratamento superficial. O melhor desempenho de aderência do sistema, foram os aplicados nas superfícies sem tratamento superficial ou escovado, utilizando AC III. Em relação a forma de ruptura, as superfícies apicoadas que foi utilizou AC III e as superfícies escovadas que foi utilizado AC I, tiveram uma maior quantidade de rupturas na interface entre a argamassa colante e o substrato. Logo, podemos identificar que o tratamento superficial influência na resistência de aderência a tração e consequentemente na forma de ruptura do sistema de revestimento.

- **Com relação as diferentes argamassas colantes:**

As argamassas colantes do tipo AC I obtiveram ótimos resultados de aderência, principalmente, nos substratos sem tratamento superficial, mas entre os sistemas empregados nesta pesquisa, a argamassa colante do tipo III obteve melhores resultados. A forma de ruptura predominante, quando utilizado a argamassa AC I, foi ruptura na argamassa, apenas nas superfícies escovadas que foi predominante na interface entre a argamassa e o substrato. Já para os revestimentos utilizando a argamassa AC III, a forma predominante de ruptura foi na interface entre a cerâmica e a argamassa colante, apenas nas superfícies apicoadas que a forma de ruptura predominante foi na interface entre a argamassa e o substrato. Logo, podemos concluir que as argamassas AC III apresentaram melhores resistência de aderência e que a argamassa colante influencia na forma de ruptura do sistema.

Contudo, os resultados dessa pesquisa demonstram que a resistência a compressão do substrato não teve influência na resistência a aderência dos diferentes sistemas e que todos os sistemas de revestimentos testados, atendem a resistência mínima prescrito pela norma, mas o sistema que apresentou os melhores resultados foram as superfícies sem tratamento superficial aplicadas com argamassa colante do tipo III. Dessa forma, através dos resultados e materiais empregados nesta pesquisa, esses demonstram que há possibilidade de realizar o assentamento cerâmico diretamente no substrato pré-fabricado de concreto auto adensável, sem necessidade de um tratamento superficial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCP. (2002). **Manual de Revestimentos de Argamassa**. Associação Brasileira de Cimento Portland.
- ACKER, A. V. (2002). **Manual de Sistemas Pré-Fabricados de Concreto**.
- ALENCAR, R., COUPERTINO, M. A., & BATTAGIN, I. (Julho de 2010). **A Norma Brasileira de Concreto Autoadensável**. *Concreto e Construções*, 84.
- ALENCAR, R., MARCON, J., & HELENE, P. (Junho de 2010). **Módulos pré-fabricados de concreto auto-adensável para obras de habitação popular**. *Fabrica de Concreto Internacional*.
- ALMEIDA, A. F. (2005). **Estudo da Influencia das Adições de Sílica Ativa e Copolimero Estireno Acrílico nas Propriedades de Argamassas para Assentamento de Porcelanato**. Sao Carlos: Universidade de São Paulo.
- ALMEIDA, A. H., NEVES, C., GOMES, A., & ALELUIA, K. (1995). **Análise do Comportamento da Argamassa Colante em Função da Técnica de Aplicação**. I Simposio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas (pp. 187-192). Goiania: Escola de engenharia civil - UFG ANTAC.
- AMORIM, T. F. (2016). **Propriedades de Durabilidade de Concreto Autoadensável Leve com Agregado Reciclado**. Universidade Federal de Alagoas, Maceió.
- ASSAHI, P. N. (2005). **Sistema de Fôrma para Estrutura de Concreto**.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2017). NBR 9062: **Projeto e Execução de Concreto Pré-Moldado**. Rio de Janeiro, 2017.
- _____. NBR 13276: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. NBR 13528: **Revestimento de paredes de argamassa inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração**. Rio de Janeiro, 2019.
- _____. NBR 13529: **Revestimento de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas**. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. NBR 13749: **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação**. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. NBR 13754: **Revestimento de Paredes Internas com Placas Cerâmicas e com Utilizacao de Argamassa Colante - Procedimento**. Rio de Janeiro: 1996.

_____. NBR 13755: **Revestimento cerâmico de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante - Projeto, execução, inspeção e aceitação - procedimento.** Rio de Janeiro, 2017.

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

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

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

_____. NBR 14081-2: **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 2: Execução do substrato-padrão e aplicação da argamassa para ensaios.** Rio de Janeiro: 2012.

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

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

_____. NBR 15259: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade.** Rio de Janeiro, 2005.

BAÍA, L. L., & SABBATINI, F. H. (2000). **Projeto e Execução de Revestimento de Argamassa** (4 ed.). São Paulo: O Nome da Rosa.

BARBAR, J. S. (2016). **Influência do Teor de Ar Incorporado no Desempenho de Concretos com Diferentes Teores de Agregados.** Universidade de São Paulo, São Carlos.

BARRETO, M. F., & BRANDÃO, P. R. (2014). **Avaliação da Resistência de Aderência à Tração de Argamassas de Cimento Portland Novas e Envelhecidas.** Universidade Federal de Minas Gerais, Cuiabá.

BARROS, H. E., FERREIRA, D. S., SILVA, A. F., SOUSA, J., NASCIMENTO, L., CHAVES, A. F., & CAJUEIRO, M. R. (2020). **Revestimento cerâmico de fachada: estudo dos possíveis agentes de degradação no descolamento de peças cerâmicas.** Brazilian Journal of Development, 96670-96681.

- BARROS, P. G. (2008). **Avaliação das Propriedades de Durabilidade do Concreto Auto Adensável Obtido com Resíduo de Corte de Mármore e Granito**. Universidade Federal de Alagoas, Maceió.
- BATISTON, E. R., PELISSER, F., & WALNIE, R. (2018). **Análise de Acabamento Superficial em Elementos Pré-Fabricados de concreto**.
- BRANCO, F. R. (2015). **Uso de Argamassa Pronta Não-Cimentícia para Assentamento de Alvenaria em um Edifício na Cidade de Santarém-PA**. Universidade Federal do Pará, Belém.
- CALADO, C. F., CAMÕES, A., JALALI, S., & JUNIOR, B. B. (2015). **Concreto Auto-Adensável Mais do que Alternativa ao Concreto Convencional**. Pernambuco: Editora da Universidade de Pernambuco.
- CAMPANTE, E. F., & BAÍA, L. L. (2008). **Projeto e Execução de Revestimento Cerâmico**. São Paulo: O Nome da Rosa.
- CARASEK, H. (2010). **Argamassas**. *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*, 936.
- CAVALCANTI, D. J. (2006). **Contribuição ao Estudo de Propriedades do Concreto Auto-Adensável Visando sua Aplicação em Elementos Estruturais**. Universidade Federal de Alagoas, Maceió.
- CEOTTO, L. H., BANDUK, R. C., & NAKAKURA, E. H. (2005). **Revestimentos de Argamassas Boas Práticas em Projeto, Execução e Avaliação** (Vol. 1). Porto Alegre: Habitare.
- COUTINHO, B. S. (Junho de 2011). **Propriedades e Comportamento Estrutural do Concreto Auto-Adensável**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- DEBS, M. K. (2017). **Concreto Pré-Moldado: Fundamentos e Aplicações** (2 ed.). São Paulo: Oficina de Textos.
- FIORITO, A. (2009). **Manual de Argamassas e Revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. São Paulo: Pini Ltda.
- FISCHER, J. G., MACIEL, E. F., RIBEIRO, F. C., PACHECO, F., & MODOLO, R. E. (2020). **Deslocamento cerâmico em paredes internas com assentamento vertical em estruturas de concreto autoadensável**. *Cerâmica Industrial*, 9.
- FORNASIER, R. S. (1995). **Porosidade e Permeabilidade do Concreto de Alto Desempenho com Microsílica**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- GASPERIN, J. (2011). **Aderência de Revestimentos de Argamassa em Substrato de Concreto: Influência da Forma de Aplicação e Composição e Composição do Chapisco**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- GOMES, V. L. (2013). **Efeito da Adição de Diatomita no Comportamento Reológico e Mecânico de Argamassas Colantes**. Natal: UFRN.
- JÚNIOR, Á. S., MAYOR, A. V., JÚNIOR, A. F., FARIA, R., & FERNANDES, J. (s.d.). **Concreto - A importância do concreto para sistemas construtivo paredes de concreto**. Núcleo de Referência Parede de Concreto.
- KAZMIERCZAK, C. D., BREZEZINSKI, D. E., & COLLATTO, D. (Jan/Jun de 2007). **Influência das características da base na resistência de aderência à tração e na distribuição de poros de uma argamassa**. Estudos Tecnológicos, 3, 12.
- LISBOA, E. D., ALVES, E. D., & MELO, G. A. (2017). **Materiais de Construção: Concreto e Argamassa** (2 ed.). (S. E. S.A., Ed.) Porto Alegre.
- LISBOA, E. M., GOMES, P. C., LIMA, F. B., & BARBOZA, A. D. (2005). **Concreto Auto-Adenável em uma Opção para os Pré-Moldados**. Universidade Federal de Alagoas, Maceió.
- MEHTA, P. K., & MONTEIRO, P. J. (1994). **Concreto : estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini.
- METAX. (2017). **Manutenção e Montagem Industrial**. Acesso em 12 de Outubro de 2019, disponível em Metax: <http://www.metax.com.br/downloads>
- MILANI, C. J., BOESING, R., PHILIPPSEN, R. A., & MIOTTI, L. A. (Janeiro de 2012). **Processo Produtivo de Elementos de Concreto Armado: Detecção de Manifestações Patológicas**. Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo, 10.
- NEVILLE, A. M. (2016). **Propriedades do Concreto** (5 ed.). Porto Alegre: Bookman Editora Ltda.
- DO Ó, S. W. (2004). **Análise da Retenção de Água em Argamassas de Revestimento Aditivadas**. Universidade de Brasília, Brasília.
- PAES, I. N. (2004). **Avaliação do Transporte de Água em Revestimento de Argamassa nos Momentos Iniciais Pós-Aplicação**. Universidade de Brasília, Brasília.
- PRETTO, M. E., PAGNUSSAT, D. T., BONIN, L. C., & MASUERO, A. B. (2009). **Análise da Rugosidade de Substratos de Concreto com Diferentes Tratamentos Superficiais, Utilizando Scanner Tridimensional a Laser**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- RECENA, F. A. (2012). **Conhecendo Argamassa** (2 ed.). Porto Alegre: EDIPUCRS.

- RIBAS, L. C. (2008). **Argamassa Industrializada em Sacos Versus Argamassa Produzida no Canteiro de Obra: Logística, Custo e Desempenho do Material Aplicado**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- ROQUE, J. A., & JUNIOR, A. L. (2005). **Cosiderações Sobre Vida Útil do Concreto**.
- ROVARIS, G., & ALENCAR, R. (outubro de 2013). **Megavigas Pré-Fabricadas: Projeto, Tecnologia do CAA, Produção e Montagem em Obra**. *Concreto e Construções*, 144.
- RUDUIT, F. R. (2009). **Contribuição ao Estudo da Aderência de Revestimentos de Argamassa e Chapiscos em Substrato de Concreto**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SALVI, C. R. (2017). **Avaliação da Resistência de Aderência á Tração de Argamassas de Revestimento sobre Diferentes Substratos na Cidade Guaporé/RS**. Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Lajeado.
- SERNAGLIA, R. G. (2015). **Discussão Sobre a Necessidade de Chapisco para Aplicação de Revestimento Interno de Argamassa Sobre Alvenaria de Bloco de Concreto e Cerâmico**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SILVA, N. G. (2011). **Avliação da Retração e da Fissuração em Revestimento de Argamassa na Fase plastica**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SILVA, R. P., BARROS, M. M., PILEGGI, R. G., & JOHN, V. M. (2005). **Avalição do Comportamento da Argamassa no Estado Fresco Através dos Métodos de Mesa de Consistência, Dropping Ball e Squeeze Flow**. Florianópolis.
- SOUZA, B. C., & OTRE, M. A. (Abril de 2014). **Análise Comparativa com Foco no Custo/Benefício Entre Concreto de Alto Desempenho (CAD) e Concreto Comum (CC)**. *Revista Científica de Ciências Aplicadas da FAIP*, 10.
- TUTIKIAN, B. F., & DAL MOLIN, D. C. (2008). **Concreto Auto-adensável** (1 ed.). São Paulo: Pini.
- VERZEGNASSI, E. (2015). **Estudo das Propriedades no Estado Fresco e Endurecido do Concreto Leve Autoadensável**. Universidade Estadual de Campinas, Limeira.

APÊNDICE A – ABSORÇÃO DE ÁGUA CERÂMICA

Tabela 12 - Absorção de água da cerâmica

ABSORÇÃO DE ÁGUA - CERÂMICA (g)												
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9	CP10	CP11	CP12
SECO	141,30	141,80	137,50	135,20	143,00	140,00	141,90	140,40	139,20	138,20	139,80	139,40
SATURADO	150,40	148,60	143,80	140,90	147,80	149,30	149,30	147,80	147,40	144,90	147,30	145,80

APÊNDICE B – RESISTÊNCIA AO TEMPO EM ABERTO DAS ARGAMASSAS COLANTES

Tabela 13 - Resistência ao tempo em aberto das argamassas colantes

ARGAMASSA: AC I (15min)				ARGAMASSA: AC III (20min)			
PLACA	RESISTÊNCIA	MPa	FORMA DE RUPTURA	PLACA	RESISTÊNCIA	MPa	FORMA DE RUPTURA
1	1,59	0,64	Argamassa	1	1,36	0,54	Cerâmica e argamassa
2	1,27	0,51	Argamassa	2	1,42	0,57	Cerâmica e argamassa
3	1,87	-	Argamassa	3	1,27	0,51	Cerâmica e argamassa
4	1,23	0,49	Argamassa	4	1,14	-	Cola
5	1,52	0,61	Argamassa	5	1,38	0,55	Cerâmica e argamassa
6	1,14	-	Argamassa	6	1,06	-	Cola
7	1,35	0,54	Argamassa (80%), argamassa e cerâmica (20%)	7	1,09	-	Cola
8	1,28	0,51	Argamassa (90%), argamassa e cerâmica (10%)	8	1,42	0,57	Cerâmica e argamassa
9	1,98	-	Argamassa (90%), argamassa e cerâmica (10%)	9	1,38	0,55	Cerâmica e argamassa
10	2,07	-	Argamassa	10	1,47	0,59	Cerâmica e argamassa

APÊNDICE C – RESISTÊNCIA À TRAÇÃO COM CURA NORMAL NAS ARGAMASSAS COLANTES

Tabela 14 - Resistência a tração das argamassas colantes

ARGAMASSA: AC I				ARGAMASSA: AC III			
PLACA	RESISTÊNCIA À TRAÇÃO	MPa	FORMA DE RUPTURA	PLACA	RESISTÊNCIA À TRAÇÃO	MPa	FORMA DE RUPTURA
1	1,27	0,51	Argamassa	1	1,40	0,56	Argamassa e revestimento cerâmico
2	1,09	-	Argamassa	2	0,89	-	Cola
3	1,54	0,62	Argamassa	3	1,58	-	Argamassa e revestimento cerâmico
4	1,46	0,58	Argamassa	4	0,57	-	Argamassa e revestimento cerâmico
5	1,42	0,57	Argamassa	5	1,06	-	Cola
6	1,24	0,50	Argamassa	6	1,33	0,53	Argamassa e revestimento cerâmico
7	1,66	0,66	Argamassa	7	1,09	0,44	Argamassa e revestimento cerâmico
8	1,69	0,68	Argamassa	8	1,36	0,54	Argamassa e revestimento cerâmico
9	1,30	0,52	Argamassa	9	1,17	0,47	Argamassa e revestimento cerâmico
10	1,82	-	Argamassa	10	1,51	0,60	Argamassa e revestimento cerâmico

APÊNDICE D – ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE DO SUBSTRATO

Tabela 15 - Absorção do substrato 35 MPa apicoado

PLACA 35 MPa – Apicoado						
		Massa seca (g)	Massa (g)	Diferença de massa (g)	Área do CP(cm ²)	Absorção (g/cm ²)
CP1	SECO	1957,4	1957,4	0	102	0,000
	10 Min	1957,4	1965,4	8	102	0,078
	30 Min	1957,4	1970	12,6	102	0,124
	60 Min	1957,4	1974,7	17,3	102	0,170
	4 h	1957,4	1992,4	35	102	0,343
	24 h	1957,4	2041,2	83,8	102	0,822
CP2	SECO	1833,3	1833,3	0	96	0,000
	10 Min	1833,3	1841,6	8,3	96	0,086
	30 Min	1833,3	1846,9	13,6	96	0,142
	60 Min	1833,3	1852	18,7	96	0,195
	4 h	1833,3	1866,6	33,3	96	0,347
	24 h	1833,3	1898,3	65	96	0,677
CP3	SECO	2270,9	2270,9	0	121,54	0,000
	10 Min	2270,9	2284,7	13,8	121,54	0,114
	30 Min	2270,9	2290,8	19,9	121,54	0,164
	60 Min	2270,9	2297,8	26,9	121,54	0,221
	4 h	2270,9	2321,6	50,7	121,54	0,417
	24 h	2270,9	2382,1	111,2	121,54	0,915

Tabela 16 - Absorção do substrato 35 MPa escovado

PLACA 35 MPa - Escovado						
		Massa seca (g)	Massa (g)	Diferença de massa (g)	Área do CP(cm ²)	Absorção (g/cm ²)
CP1	SECO	1826,7	1826,7	0	102,9	0,000
	10 Min	1826,7	1831,4	4,7	102,9	0,046
	30 Min	1826,7	1834,9	8,2	102,9	0,080
	60 Min	1826,7	1838,5	11,8	102,9	0,115
	4 h	1826,7	1852,2	25,5	102,9	0,248
	24 h	1826,7	1896,8	70,1	102,9	0,681
CP2	SECO	1961,4	1961,4	0	102	0,000
	10 Min	1961,4	1965,7	4,3	102	0,042
	30 Min	1961,4	1968,4	7	102	0,069
	60 Min	1961,4	1971,1	9,7	102	0,095
	4 h	1961,4	1982,2	20,8	102	0,204
	24 h	1961,4	2021,4	60	102	0,588
CP3	SECO	1779,4	1779,4	0	90	0,000
	10 Min	1779,4	1782,9	3,5	90	0,039
	30 Min	1779,4	1785,3	5,9	90	0,066
	60 Min	1779,4	1787,5	8,1	90	0,090
	4 h	1779,4	1796,6	17,2	90	0,191
	24 h	1779,4	1824,1	44,7	90	0,497

Tabela 17 - Absorção do substrato 35 MPa sem tratamento

PLACA 35 MPa - Sem tratamento						
		Massa seca (g)	Massa (g)	Diferença de massa (g)	Área do CP(cm ²)	Absorção (g/cm ²)
CP1	SECO	1863,3	1863,3	0	96,03	0,000
	10 Min	1863,3	1867	3,7	96,03	0,039
	30 Min	1863,3	1869,4	6,1	96,03	0,064
	60 Min	1863,3	1871,7	8,4	96,03	0,087
	4 h	1863,3	1881,7	18,4	96,03	0,192
	24 h	1863,3	1913,5	50,2	96,03	0,523
CP2	SECO	1763,1	1763,1	0	94,08	0,000
	10 Min	1763,1	1768,8	5,7	94,08	0,061
	30 Min	1763,1	1773	9,9	94,08	0,105
	60 Min	1763,1	1777	13,9	94,08	0,148
	4 h	1763,1	1791,3	28,2	94,08	0,300
	24 h	1763,1	1835,3	72,2	94,08	0,767
CP3	SECO	1908,1	1908,1	0	98	0,000
	10 Min	1908,1	1912,7	4,6	98	0,047
	30 Min	1908,1	1915,9	7,8	98	0,080
	60 Min	1908,1	1919,5	11,4	98	0,116
	4 h	1908,1	1933,8	25,7	98	0,262
	24 h	1908,1	1982,4	74,3	98	0,758

Tabela 18 - Absorção do substrato 45 MPa apicoado

PLACA 45 MPa - Apicoado						
		Massa seca (g)	Massa (g)	Diferença de massa (g)	Área do CP(cm ²)	Absorção (g/cm ²)
CP1	SECO	1735,8	1735,8	0	98	0,000
	10 Min	1735,8	1742	6,2	98	0,063
	30 Min	1735,8	1744,8	9	98	0,092
	60 Min	1735,8	1748	12,2	98	0,124
	4 h	1735,8	1760,1	24,3	98	0,248
	24 h	1735,8	1792,5	56,7	98	0,579
CP2	SECO	1823	1823	0	100	0,000
	10 Min	1823	1828,5	5,5	100	0,055
	30 Min	1823	1831,4	8,4	100	0,084
	60 Min	1823	1834,2	11,2	100	0,112
	4 h	1823	1844,3	21,3	100	0,213
	24 h	1823	1860,1	37,1	100	0,371
CP3	SECO	1699,9	1699,9	0	98,8	0,000
	10 Min	1699,9	1705	5,1	98,8	0,052
	30 Min	1699,9	1708,4	8,5	98,8	0,086
	60 Min	1699,9	1711,7	11,8	98,8	0,119
	4 h	1699,9	1723,4	23,5	98,8	0,238
	24 h	1699,9	1755,7	55,8	98,8	0,565

Tabela 19 - Absorção do substrato 45 MPa escovado

PLACA 45 MPa - Escovado						
		Massa seca (g)	Massa (g)	Diferença de massa (g)	Área do CP(cm ²)	Absorção (g/cm ²)
CP1	SECO	2040	2040	0	110	0,000
	10 Min	2040	2044,7	4,7	110	0,043
	30 Min	2040	2046,9	6,9	110	0,063
	60 Min	2040	2049,1	9,1	110	0,083
	4 h	2040	2058,8	18,8	110	0,171
	24 h	2040	2075,5	35,5	110	0,323
CP2	SECO	1969,1	1969,1	0	100	0,000
	10 Min	1969,1	1971,9	2,8	100	0,028
	30 Min	1969,1	1973,6	4,5	100	0,045
	60 Min	1969,1	1975,3	6,2	100	0,062
	4 h	1969,1	1983,2	14,1	100	0,141
	24 h	1969,1	2000,7	31,6	100	0,316
CP3	SECO	1886,4	1886,4	0	102	0,000
	10 Min	1886,4	1889	2,6	102	0,025
	30 Min	1886,4	1891,5	5,1	102	0,050
	60 Min	1886,4	1893,2	6,8	102	0,067
	4 h	1886,4	1900,5	14,1	102	0,138
	24 h	1886,4	1912,6	26,2	102	0,257

Tabela 20 - Absorção do substrato 45 MPa liso

PLACA 45 MPa - Liso						
		Massa seca (g)	Massa (g)	Diferença de massa (g)	Área do CP(cm ²)	Absorção (g/cm ²)
CP1	SECO	1859,5	1859,5	0	103	0,000
	10 Min	1859,5	1868,1	8,6	103	0,083
	30 Min	1859,5	1873,8	14,3	103	0,139
	60 Min	1859,5	1877,8	18,3	103	0,178
	4 h	1859,5	1888,8	29,3	103	0,284
	24 h	1859,5	1904,4	44,9	103	0,436
CP2	SECO	1678,4	1678,4	0	97	0,000
	10 Min	1678,4	1683,1	4,7	97	0,048
	30 Min	1678,4	1685,8	7,4	97	0,076
	60 Min	1678,4	1689,5	11,1	97	0,114
	4 h	1678,4	1701,3	22,9	97	0,236
	24 h	1678,4	1734,4	56	97	0,577
CP3	SECO	1637	1637	0	99,91	0,000
	10 Min	1637	1641,2	4,2	99,91	0,042
	30 Min	1637	1644,2	7,2	99,91	0,072
	60 Min	1637	1647,5	10,5	99,91	0,105
	4 h	1637	1659,1	22,1	99,91	0,221
	24 h	1637	1676,2	39,2	99,91	0,392

APÊNDICE E – RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DOS REVESTIMENTO COM AC I

Tabela 21 - Aderência do sistema substrato 35 MPa sem tratamento AC I

AC I - SEM TRATAMENTO 35									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (NBR 13749)	Aprovado ou reprovado (NBR 13755)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA			
		D(mm)				G	100%		
1	11,77	100	1,18	APROVADO	APROVADO	G	100%		
2	11,55		1,16	APROVADO	APROVADO	G	100%		
3	12,25		1,23	APROVADO	APROVADO	G	100%		
4	10,85		1,09	APROVADO	APROVADO	G	100%		
5	9,92		0,99	APROVADO	APROVADO	G	100%		
6	10,87		1,09	APROVADO	APROVADO	G	100%		
7	10,64		1,06	APROVADO	APROVADO	G	80%	H	20%
8	11,47		1,15	APROVADO	APROVADO	G	100%		
9	12,58		1,26	APROVADO	APROVADO	G	100%		
10	11,59		1,16	APROVADO	APROVADO	G	100%		
11	11,15		1,12	APROVADO	APROVADO	G	60%	H	40%
12	10,23		1,02	APROVADO	APROVADO	G	100%		
MÉDIA	11,24		1,12	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			G - Argamassa colante

AC I - SEM TRATAMENTO 45									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (NBR 13749)	Aprovado ou reprovado (NBR 13755)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA			
		D(mm)				G	100%		
1	10,62	100	1,06	APROVADO	APROVADO	G	100%		
2	12,87		1,29	APROVADO	APROVADO	G	100%		
3	10,65		1,07	APROVADO	APROVADO	G	100%		
4	11,61		1,16	APROVADO	APROVADO	G	100%		
5	9,63		0,96	APROVADO	APROVADO	G	100%		
6	12,14		1,21	APROVADO	APROVADO	G	100%		
7	9,49		0,95	APROVADO	APROVADO	G	100%		
8	10,53		1,05	APROVADO	APROVADO	G	100%		
9	10,09		1,01	APROVADO	APROVADO	G	100%		
10	8,24		0,82	APROVADO	APROVADO	G	80%	H	20%
11	7,92		0,79	APROVADO	APROVADO	G	20%	H	80%
12	9,85		0,99	APROVADO	APROVADO	G	100%		
MÉDIA	10,30		1,03	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			G - Argamassa colante

Tabela 22 - Aderência do sistema substrato 45 MPa sem tratamento AC I

Tabela 23- Aderência do sistema substrato 35 MPa apicoado AC I

AC I - APICOADO 35									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (NBR 13749)	Aprovado ou reprovado (NBR 13755)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA			
		D(mm)							
1	6,18	100		REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
2	10,26		1,03	APROVADO	APROVADO	G	100%		
3	7,94		0,79	APROVADO	APROVADO	G	100%		
4	8,03		0,80	APROVADO	APROVADO	G	100%		
5	5,15			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
6	6,70		0,67	APROVADO	APROVADO	G	100%		
7	9,35		0,94	APROVADO	APROVADO	G	100%		
8	8,04			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
9	7,75		0,78	APROVADO	APROVADO	G	100%		
10	7,03			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
11	9,39		0,94	APROVADO	APROVADO	G	100%		
12	7,88			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
MÉDIA	7,81		0,85	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.		G - Argamassa colante	

Tabela 24 - Aderência do sistema substrato 45 MPa apicoado AC I

AC I - APICOADO 45									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (NBR 13749)	Aprovado ou reprovado (NBR 13755)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA			
		D(mm)							
1	10,21	100	1,02	APROVADO	APROVADO	G	100%		
2	10,1		1,01	APROVADO	APROVADO	G	100%		
3	9,51		0,95	APROVADO	APROVADO	G	100%		
4	9,25		0,93	APROVADO	APROVADO	G	100%		
5	8,55		0,86	APROVADO	APROVADO	G	100%		
6	10,95		1,10	APROVADO	APROVADO	G	100%		
7	6,06		0,61	APROVADO	APROVADO	G	100%		
8	9,15		0,92	APROVADO	APROVADO	G	100%		
9	6,58		0,66	APROVADO	APROVADO	G	100%		
10	6,54		0,65	APROVADO	APROVADO	G	100%		
11	8,86		0,89	APROVADO	APROVADO	G	100%		
12	7,52		0,75	APROVADO	APROVADO	G	100%		
MÉDIA	8,61		0,86	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.		G - Argamassa colante	

Tabela 25 - Aderência do sistema substrato 35 MPa escovado AC I

AC I - ESCOVADO 35									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (NBR 13749)	Aprovado ou reprovado (NBR 13755)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA			
		D(mm)							
1	7,80	100	0,78	APROVADO	APROVADO	G	100%		
2	4,40		0,44	APROVADO	REPROVADO	G	100%		
3	6,67		0,67	APROVADO	APROVADO	G	100%		
4	3,96		0,40	APROVADO	REPROVADO	G	100%		
5	6,29		0,63	APROVADO	APROVADO	B	100%		
6	4,02		0,40	APROVADO	REPROVADO	B	100%		
7	3,75		0,38	APROVADO	REPROVADO	B	100%		
8	7,43		0,74	APROVADO	APROVADO	B	100%		
9	3,13		0,31	APROVADO	REPROVADO	B	100%		
10	9,05		0,91	APROVADO	APROVADO	B	100%		
11	5,90		0,59	APROVADO	APROVADO	B	100%		
12	5,53		0,55	APROVADO	APROVADO	B	100%		
MÉDIA	5,66		0,57	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.		B – Argamassa e o substrato	

Tabela 26 - Aderência do sistema substrato 45 MPa escovado AC I

AC I - ESCOVADO 45									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (NBR 13749)	Aprovado ou reprovado (NBR 13755)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA			
		D(mm)							
1	5,13	100	0,51	APROVADO	APROVADO	B	100%		
2	7,22		0,72	APROVADO	APROVADO	B	100%		
3	8,52		0,85	APROVADO	APROVADO	B	80%	G	20%
4	7,41		0,74	APROVADO	APROVADO	B	100%		
5	7,53		0,75	APROVADO	APROVADO	B	100%		
6	6,69		0,67	APROVADO	APROVADO	B	100%		
7	7,88			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
8	7,75		0,78	APROVADO	APROVADO	G	100%		
9	6,95		0,70	APROVADO	APROVADO	B	100%		
10	7,10			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
11	5,50			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
12	6,51		0,65	APROVADO	APROVADO	B	100%		
MÉDIA	7,02		0,71	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.		B – Argamassa e o substrato	

APÊNDICE E – RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DOS REVESTIMENTO COM AC III

Tabela 27 - Aderência do sistema substrato 35 MPa sem tratamento AC III

AC III - SEM TRATAMENTO 35										
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (NBR 13749)	Aprovado ou reprovado (NBR 13755)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA				
		D(mm)				H	100%			
1	8,93	100	0,89	APROVADO	APROVADO	H	100%			
2	9,06		0,91	APROVADO	APROVADO	H	100%			
3	12,25		1,23	APROVADO	APROVADO	H	100%			
4	12,75		1,28	APROVADO	APROVADO	H	100%			
5	12,79		1,28	APROVADO	APROVADO	H	100%			
6	15,41		1,54	APROVADO	APROVADO	H	100%			
7	6,88				REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
8	5,97		0,60	APROVADO	APROVADO	H	100%			
9	9,47		0,95	APROVADO	APROVADO	H	30%	B	70%	
10	13,53		1,35	APROVADO	APROVADO	H	100%			
11	15,38		1,54	APROVADO	APROVADO	H	100%			
12	9,42		0,94	APROVADO	APROVADO	H	100%			
MÉDIA	10,99		1,14	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.		H – Cerâmica e a argamassa		

Tabela 28 - Aderência do sistema substrato 45 MPa sem tratamento AC III

AC III - SEM TRATAMENTO 45									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (NBR 13749)	Aprovado ou reprovado (NBR 13755)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA			
		D(mm)				H	100%		
1	15,34	100	1,53	APROVADO	APROVADO	H	100%		
2	16,24		1,62	APROVADO	APROVADO	H	100%		
3	12,95		1,30	APROVADO	APROVADO	H	100%		
4	12,28		1,23	APROVADO	APROVADO	H	100%		
5	16,39		1,64	APROVADO	APROVADO	H	100%		
6	14,7		1,47	APROVADO	APROVADO	H	100%		
7	10,6		1,06	APROVADO	APROVADO	H	100%		
8	11,53		1,15	APROVADO	APROVADO	H	100%		
9	11,64		1,16	APROVADO	APROVADO	H	100%		
10	6,78		0,68	APROVADO	APROVADO	H	100%		
11	11,42		1,14	APROVADO	APROVADO	H	100%		
12	7,04				REPROVADO	REPROVADO	I	100%	
MÉDIA	12,24		1,27	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.		H – Cerâmica e a argamassa	

Tabela 29 - Aderência do sistema substrato 35 MPa apicoado AC III

AC III - APICOADO 35									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (NBR 13749)	Aprovado ou reprovado (NBR 13755)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA			
		D(mm)							
1	10,39	100	1,04	APROVADO	APROVADO	H	100%		
2	7,97		0,80	APROVADO	APROVADO	B	100%		
3	9,76			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
4	10,32		1,03	APROVADO	APROVADO	B	90%	H	10%
5	10,53		1,05	APROVADO	APROVADO	B	95%	A	5%
6	11,24		1,12	APROVADO	APROVADO	B	95%	A	5%
7	10,24		1,02	APROVADO	APROVADO	B	95%	A	5%
8	8,51		0,85	APROVADO	APROVADO	H	100%		
9	6,97			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
10	10,26		1,03	APROVADO	APROVADO	B	60%	H	40%
11	9,90		0,99	APROVADO	APROVADO	B	60%	H	40%
12	9,35		0,94	APROVADO	APROVADO	B	50%	H	50%
MÉDIA	9,62		0,99	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.		B – Argamassa e o substrato	

Tabela 30 - Aderência do sistema substrato 45 MPa apicoado AC III

AC III - APICOADO 45									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (NBR 13749)	Aprovado ou reprovado (NBR 13755)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA			
		D(mm)							
1	12,43	100	1,24	APROVADO	APROVADO	B	70%	H	30%
2	6,77		0,68	APROVADO	APROVADO	B	50%	H	50%
3	6,94		0,69	APROVADO	APROVADO	B	40%	H	60%
4	14,2		1,42	APROVADO	APROVADO	H	100%		
5	11,12		1,11	APROVADO	APROVADO	B	80%	A	20%
6	8,19		0,82	APROVADO	APROVADO	B	95%	H	5%
7	8,66			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
8	10,5			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
9	12,35			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
10	15,54		1,55	APROVADO	APROVADO	B	40%	H	60%
11	9,38		0,94	APROVADO	APROVADO	B	100%		
12	11,1		1,11	APROVADO	APROVADO	H	50%	G	50%
MÉDIA	10,60		1,06	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.		B – Argamassa e o substrato	

Tabela 31 - Aderência do sistema substrato 35 MPa escovado AC III

AC III - ESCOVADO 35									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (NBR 13749)	Aprovado ou reprovado (NBR 13755)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA			
		D(mm)				H	100%	G	20%
1	2,31	100	0,23	REPROVADO	REPROVADO	H	100%		
2	13,44		1,34	APROVADO	APROVADO	H	80%	G	20%
3	11,65		1,17	APROVADO	APROVADO	H	100%		
4	3,63			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
5	6,94			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
6	14,44		1,44	APROVADO	APROVADO	H	80%	G	20%
7	6,78		0,68	APROVADO	APROVADO	H	100%		
8	10,70		1,07	APROVADO	APROVADO	H	100%		
9	7,93		0,79	APROVADO	APROVADO	H	100%		
10	17,49		1,75	APROVADO	APROVADO	H	40%	G	60%
11	13,65		1,37	APROVADO	APROVADO	H	100%		
12	8,04			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
MÉDIA	9,75		1,09	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.		H – Cerâmica e a argamassa	

Tabela 32 - Aderência do sistema substrato 45 MPa escovado AC III

AC III - ESCOVADO 45									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (NBR 13749)	Aprovado ou reprovado (NBR 13755)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA			
		D(mm)				H	100%	G	60%
1	15,97	100	1,60	APROVADO	APROVADO	H	100%		
2	14,61		1,46	APROVADO	APROVADO	H	100%		
3	18,54		1,85	APROVADO	APROVADO	H	40%	G	60%
4	13,19		1,32	APROVADO	APROVADO	H	100%		
5	12,8		1,28	APROVADO	APROVADO	H	100%		
6	15,46		1,55	APROVADO	APROVADO	H	80%	G	20%
7	6,95		0,70	APROVADO	APROVADO	H	100%		
8	9,28		0,93	APROVADO	APROVADO	H	100%		
9	4,45		0,45	APROVADO	REPROVADO	H	100%		
10	8,62		0,86	APROVADO	APROVADO	H	100%		
11	11,17		1,12	APROVADO	APROVADO	H	100%		
12	9,25			REPROVADO	REPROVADO	I	100%		
MÉDIA	11,69		1,19	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.		H – Cerâmica e a argamassa	