

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

DALMIR MARCELO JASKULSKI

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUPERFÍCIES DE CONCRETO
FRENTE A RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA DE UMA ARGAMASSA DE
REVESTIMENTO

BENTO GONÇALVES
2021

DALMIR MARCELO JASKULSKI

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUPERFÍCIES DE CONCRETO
FRENTE A RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA DE UMA ARGAMASSA DE
REVESTIMENTO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade de Caxias do
Sul como requisito parcial à obtenção do
título de bacharel em Engenharia civil.

Orientador: Prof.^a Me. Maurício Schäfer

BENTO GONÇALVES

2021

DALMIR MARCELO JASKULSKI

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUPERFÍCIES DE CONCRETO
FRENTE A RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA DE UMA ARGAMASSA DE
REVESTIMENTO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade de Caxias do
Sul como requisito parcial à obtenção do
título de bacharel em Engenharia civil.

Orientador: Prof.^a Me. Maurício Schäfer

Aprovado em 06/08/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Maurício Schäfer

Universidade de Caxias do Sul

Prof. Me. Givanildo Garlet

Universidade de Caxias do Sul

Prof. Me. Vinício Cecconello

Universidade de Caxias do Sul

RESUMO

JASKULSKI, Dalmir Marcelo. **Análise da influência de diferentes superfícies de concreto frente a resistência de aderência de uma argamassa de revestimento.** 85 p. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil – Universidade de Caxias do Sul, Bento Gonçalves, 2021.

Nos últimos anos, o ramo da construção civil passou a ter um grande avanço no canteiro de obra, sendo utilizados produtos com grande evolução tecnológica. Como consequência disso, houve um aumento de resistências obtidas com os concretos, para resistências usuais. De igual modo, as fôrmas utilizadas para o concreto passaram a possuir uma superfície mais lisa, prejudicando a ancoragem da argamassa ao substrato, devido à baixa porosidade do concreto e pouca textura superficial. Nesta linha de pensamento, esta pesquisa possui como objetivo avaliar se as diferentes tipologias das superfícies de concreto promovem uma alteração no desempenho do sistema de revestimento argamassado e identificar se há diferença entre os sistemas de revestimento argamassado com e sem a utilização do chapisco. Para isso foram realizados testes de aderência à tração em diferentes tipos de superfícies, com diferentes relevos, com e sem a aplicação do chapisco e com um único tipo concreto, para analisar o efeito do emprego de fôrmas texturizadas na concretagem. Foram empregues 6 tipos de texturas superficiais, onde foram comparados os resultados obtidos com e sem chapisco do sistema de revestimento argamassado. As fôrmas utilizadas foram: chapas de OSB, madeira bruta, formato moeda, plástico bolha, chapa metálica e naval utilizadas para um concreto de 30 MPa. Foram realizados ensaios de caracterização do concreto e das argamassas. Após 28 dias da concretagem, foram aplicados os revestimentos argamassados. Posteriormente foram realizados o ensaio de aderência à tração do revestimento argamassado e o acompanhamento de fissuração. Obteve-se bons resultados para ambos os sistemas de revestimento, todos podem ser aplicados. De modo geral o sistema de revestimento aplicado sobre o chapisco demonstrou melhores resultados frente a aderência. Os sistemas de revestimento com a superfície deixada pelo plástico bolha, apresentou valores similares para com e sem chapisco.

Palavras-chave: Fôrmas, resistência de aderência à tração, textura superficial, concreto.

ABSTRACT

JASKULSKI, Dalmir Marcelo. Analysis of the influence of different concrete surfaces on the bond strength of a coating mortar. 85 p. Final Paper of Civil Engineering Course – University of Caxias do Sul, Bento Gonçalves, 2021.

In recent years, the civil construction sector has made great progress on the construction site, using products with great technological evolution. As a consequence of this, there was an increase in the strengths obtained with concrete, to usual strengths. Likewise, the forms used for concrete started to have a smoother surface, harming the mortar's anchorage to the substrate, due to the low porosity of the concrete and little surface texture. In this line of thought, this research aims to evaluate whether the different types of concrete surfaces promote a change in the performance of the mortar coating system and identify if there is a difference between mortar coating systems with and without the use of roughcast. For this purpose, tensile adhesion tests were carried out on different types of surfaces, with different reliefs, with and without the application of roughcast and with a single concrete type, to analyze the effect of using textured formwork in concreting. Six types of surface textures were used, where the results obtained with and without roughcast of the mortar coating system were compared. The molds used were: OSB sheets, raw wood, coin format, bubble wrap, metallic and naval sheet used for a concrete of 30 MPa. Concrete and mortar characterization tests were carried out. After 28 days of concreting, the mortar coatings were applied. Subsequently, the mortar coating tensile adhesion test and the cracking follow-up were carried out. Good results were obtained for both coating systems, all of which can be applied. In general, the coating system applied over the roughcast showed better results in terms of adhesion. The coating systems with the surface left by the bubble wrap showed similar values with and without roughcast.

Keywords: Forms, tensile bond strength, surface texture, concrete.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Fatores que influenciam na aderência de argamassa sobre base porosa	24
Figura 02 - Elementos que compõem uma superfície.....	24
Figura 03 - Influencia do apalpador no perfil efetivo de rugosidade.....	25
Figura 04 - Tipos de Superfície.....	26
Figura 05 - Assoalho de com tábua serrada.....	27
Figura0 6 - Fôrma de Pilar.....	28
Figura 07 - Tipos de rugosidade utilizadas no estudo piloto.....	28
Figura 08 - Aspecto superficial dos substratos de concreto estampados com diferentes rugosidades.....	29
Figura 09- Mecanismo de penetração da pasta da argamassa na base.....	30
Figura 10 - Interface concreto/chapisco projetado manualmente/ argamassa.....	31
Figura 11 - Interface concreto/chapisco desempenado/argamassa.....	31
Figura 12 - Fluxograma do programa experimental da pesquisa.....	32
Figura 13 - Base 60x60x10 cm de concreto.....	35
Figura 14 - Tipos de Rugosidades utilizadas no trabalho.....	36
Figura 15 - Aspecto superficial dos substratos de concreto estampados com diferentes rugosidades.....	37
Figura 16 - Parede com chapisco na metade de sua face.....	37
Figura 17 - Camadas de Revestimento argamassado com chapisco.....	38
Figura 18 - Camadas de Revestimento argamassado sem chapisco.....	38
Figura 19 - Minis paredes com revestimento argamassado.....	39
Figura 20 – Parede sem fissuração.....	46
Figura 21 - Arranjo da furação e pastilhas coladas.....	47
Figura 22 - Sistema de revestimento sem chapisco.....	48
Figura 23 - Ruptura do revestimento sem chapisco.....	49
Figura 24 – Perfil de ruptura do sistema de revestimento sem chapisco.....	50
Figura 25 - Sistema de revestimento com chapisco.....	51
Figura 26 - Ruptura do revestimento com chapisco.....	52
Figura 27 – Perfil de ruptura do revestimento com chapisco.....	53

Figura 28 - Desempenho global dos sistemas de revestimentos.....	54
Figura 29 - Falha no substrato plástico bolha.....	55
Figura 30 - Relatório de ensaios de cimento.....	67
Figura 31 - Relatório análise agregados utilizados na argamassa e no concreto.....	68
Figura 32 - Ensaio de resistência à compressão – concreto 30 MPa – 7 dias.....	69
Figura 33 - Ensaio de resistência à compressão – concreto 30 MPa – 28 dias.....	70
Figura 34 - Ensaio de resistência à tração – argamassa – 28 dias.....	71
Figura 35 - Ensaio de resistência à compressão – argamassa – 28 dias.....	72
Figura 36 - Ensaio de resistência a tração – argamassa – 28 dias.....	73
Figura 37 - Ensaio de resistência à compressão – argamassa – 28 dias.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Planejamento de ensaios a serem realizados na pesquisa.....	33
Tabela 02 – Nomenclatura dos materiais utilizados.....	39
Tabela 03 - Ensaio realizado no concreto.....	42
Tabela 04 - Ensaio realizado na argamassa de chapisco.....	43
Tabela 05 - Ensaio realizado na argamassa de revestimento.....	44
Tabela 06 – Análise de variância (ANOVA) da resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimentos argamassados sem chapisco.....	50
Tabela 07 – Análise de variância (ANOVA) da resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimentos argamassados com chapisco.....	53
Tabela 8 - Absorção de água, índice de vazios e massa específica do concreto de 30MPa.....	75
Tabela 9 – Densidade de massa do chapisco.....	76
Tabela 10 – Densidade de massa do revestimento.....	76
Tabela 11 – Densidade de massa aparente no estado endurecido do chapisco.....	76
Tabela 12 – Densidade de massa aparente no estado endurecido do revestimento.....	76
Tabela 13 – Ensaio de tração na flexão e compressão do chapisco.....	77
Tabela 14 – Ensaio de tração na flexão e compressão do revestimento.....	77
Tabela 15 – Absorção de água por capilaridade e coeficiente de capilaridade do chapisco.....	78
Tabela 16 – Absorção de água por capilaridade e coeficiente de capilaridade do revestimento.....	78
Tabela 17 – Absorção de água total, índice de vazios e massa específica real do chapisco.....	79
Tabela 18 – Absorção de água total, índice de vazios e massa específica real do revestimento.....	79
Tabela 19 – Sistema de revestimento OSB com chapisco.....	80
Tabela 20 – Sistema de revestimento madeira bruta com chapisco.....	80
Tabela 21 – Sistema de revestimento formato moeda com chapisco.....	81
Tabela 22 – Sistema de revestimento plástico bolha com chapisco.....	81
Tabela 23 – Sistema de revestimento chapa metálica com chapisco.....	82
Tabela 24 – Sistema de revestimento compensado naval com chapisco.....	82
Tabela 25 – Sistema de revestimento OSB sem chapisco.....	83

Tabela 26 – Sistema de revestimento madeira bruta sem chapisco.....	83
Tabela 27 – Sistema de revestimento formato moeda sem chapisco.....	84
Tabela 28 – Sistema de revestimento plástico bolha sem chapisco.....	84
Tabela 29 – Sistema de revestimento chapa metálica sem chapisco.....	85
Tabela 30 – Sistema de revestimento compensado naval sem chapisco.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.2 Objetivo principal	14
1.1.3 Objetivos Específicos	14
1.2 QUESTÃO DA PESQUISA	14
1.3 DELIMITAÇÕES	14
1.4 DELINEAMENTO E ESTRUTURA DA PESQUISA.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 CONCRETO.....	16
2.1.1 Rugosidade.....	17
2.1.2 Porosidade.....	18
2.1.3 Absorção de água.....	19
2.2 ARGAMASSA DE REVESTIMENTO.....	19
2.2.1 Propriedades do estado fresco.....	20
2.2.1.1 Teor de ar incorporado.....	20
2.2.1.2 Consistência e trabalhabilidade	20
2.2.1.3 Retenção de água	21
2.2.1.4 Adesão inicial.....	21
2.2.2 Propriedade do estado endurecido.....	21
2.2.2.1 Aderência	22
2.2.2.2 Capacidade de deformação	22
2.2.2.3 Permeabilidade	22
2.2.2.4 Resistência mecânica	22
2.3 INTERAÇÃO ARGAMASSA/CONCRETO	23
2.3.1 Textura Superficial	24
2.3.1.1 POROSIDADE.....	26
2.3.1.2 FÔRMAS	27
2.3.1.3 Aderência	29
3 MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	32
3.1.1 Execução da base e do revestimento argamassado	34

3.2 MATERIAIS UTILIZADOS	39
3.2.1 Fôrmas.....	40
3.2.2 Concreto.....	40
3.2.3 Argamassa de Chapisco	41
3.2.4 Argamassa de Revestimento.....	41
3.2.5 Desmoldante	41
3.3 ENSAIOS REALIZADOS	42
3.3.1 Concreto.....	42
3.3.2 Argamassa de chapisco.....	43
3.3.3 Argamassa de revestimento	44
3.3.4 Revestimento Argamassado.....	45
3.3.4.1 Acompanhamento de fissuração	46
3.3.4.2 Resistência de aderência à tração	46
3.4 ANÁLISE E TRATAMENTO DE DADOS.....	47
4. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	48
4.1 Sistemas de revestimento sem a utilização do chapisco	48
4.2 Sistemas de revestimento com a utilização do chapisco	51
4.3 Desempenho global dos sistemas de revestimentos argamassados.....	53
5.CONSIDERAÇÕES FINAIS	56

1 INTRODUÇÃO

O concreto encontra-se presente em várias obras de pequeno porte e de grandes obras. Visto que, o aumento da demanda do mercado da construção civil proporciona o crescimento da produção de concreto (METHA E MONTEIRO, 2014).

Devido ao aumento da utilização do concreto de alta resistência e do uso de fôrmas plastificadas, cada vez mais está sendo promovida uma superfície lisa e com baixa porosidade, prejudicando a absorção capilar na camada superficial da base, e conseqüentemente a aderência (CARASEK et al., 2005). Enquanto os substratos que possuem uma superfície texturizada podem oferecer melhores condições de aderência, por sua vez, os substratos de concreto que são moldados em fôrmas que não são tradicionais e que são lisas e impermeáveis, como por exemplo, as fôrmas metálicas, essas que contribuem ainda mais para problemas relacionados a aderência (VEIGA, 2003).

De igual modo Pereira et al. (2005) acrescentam a utilização cada vez maior do concreto que possui alto desempenho em estruturas de edifícios altos, esse fator vem proporcionando com que haja dificuldades de ter uma boa aderência entre o substrato e a argamassa de chapisco, devido à baixa absorção, permeabilidade e por apresentar uma superfície lisa.

Assim, nota-se o aumento de manifestações patológicas nos revestimentos argamassados, proporcionado pela redução da porosidade do concreto, reduzindo a aderência aos revestimentos de argamassa (MOURA, 2007). Segat (2005) comenta sobre a grande quantidade de manifestações patológicas e argumenta pela necessidade de pesquisas relacionadas a resolução desses problemas.

Neste sentido esta pesquisa visa verificar a influência da superfície de concreto frente a resistência de aderência de uma argamassa de revestimento aplicada em um concreto que possuem diferentes texturas superficiais, a fim de analisar qual a melhor situação, frente a aderência do sistema de revestimento.

1.1 OBJETIVOS

1.1.2 Objetivo principal

O objetivo principal desta pesquisa é avaliar a influência da textura superficial do concreto proporcionada pelo uso de diferentes fôrmas, frente a resistência de aderência à tração do sistema de revestimento argamassado.

1.1.3 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são os seguintes:

- a) Avaliar se as tipologias das superfícies do concreto promovem uma alteração no desempenho do sistema de revestimento argamassado;
- b) Avaliar se a utilização do chapisco sobre diferentes superfícies do concreto afeta o desempenho do sistema de revestimento argamassado;
- c) Identificar se há diferença entre os sistemas de revestimento argamassado com e sem a utilização do chapisco, aplicados sobre superfícies distintas de concreto.

1.2 QUESTÃO DA PESQUISA

Qual será o desempenho de uma argamassa de revestimento quando aplicada em concreto com diferentes texturas superficiais, sendo essas geradas pela formação das formas de concretagem.

1.3 DELIMITAÇÕES

Utilizar diferentes tipos de formas, como madeira bruta, chapa metálica, chapa de compensado naval, plástico bolha, emborrachado formato moeda e chapa OSB e cada uma com o emprego de um mesmo concreto. O uso de uma argamassa de revestimento industrializada. Utilização de um concreto dosado em central com 30 MPa de resistência característica.

1.4 DELINEAMENTO E ESTRUTURA DA PESQUISA

O presente trabalho foi dividido em três partes, onde nesta primeira parte foi realizada a introdução sobre o assunto que foi tratado nesta pesquisa e objetivos, na segunda parte está descrita a revisão bibliográfica sobre o assunto que foi tratado ao longo desta pesquisa. Na terceira parte está apresentado o programa experimental onde foi descrito sobre as características dos materiais que foram utilizados e sobre métodos de ensaios que foram realizados. Na quarta parte foi feita a apresentação, análise e discussões dos resultados chegando à conclusão deste trabalho, amparando-se sempre em referências bibliográficas e em normativas técnicas e na quinta parte foram feitas as considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para obter uma melhor compreensão sobre a influência que a rugosidade do concreto tem sobre a absorção capilar, penetração e a ancoragem da argamassa de revestimento no interior do substrato, será estudado sobre suas características e propriedades por diferentes métodos construtivos.

2.1 CONCRETO

Sendo o substrato, o que mais dá problema para a argamassa, no que se refere à aderência, o concreto, com diferentes resistências, muito é empregado como base para a aplicação da argamassa (GALLEGOS, 1995, apud TUSSET, 2010, p. 23; TUSSET, 2010, p. 18; TRONCO e MASUERO, 2007).

Silva (2000) apresenta que a resistência mínima variou no tempo para que se atinja um concreto de maior resistência, sendo que na década de 50 obtinha-se 34 MPa, e 20 anos mais tarde atingiu-se quase o dobro, passando para 62 MPa.

Devido a essa mudança fez com que as construções passassem a ser mais esbeltas e elevadas, ao contrário, vem proporcionando a ocorrência de manifestações patológicas quando é aplicado o revestimento de argamassa no concreto, devido à baixa porosidade superficial do substrato e também por acabamento liso proporcionado pelas fôrmas plastificadas dos painéis de concreto e também pelo uso de desmoldante (CEOTTO, BANDUK, e NAKAKURA, 2005; RUIDUIT, 2009).

Hoje de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) os concretos de alta resistência são aqueles onde são atingidas resistências entre 55 MPa e 90 MPa. O concreto de alto desempenho, compõem-se por micro poros, tendo pouca ou nenhuma capacidade de transportar água para se formar pontes de aderência. Assim faz-se necessário estudos e pesquisas visando compreender esta ligação do concreto com a interação de outros sistemas (MOURA, 2007).

Metha e Monteiro (2008), em termos de análise da microestrutura do concreto relatam que a pasta de cimento hidratada e o agregado que compõe a microestrutura do concreto é uma mistura heterogênea e complexa, e que o volume de vazios capilares diminui proporcionalmente à redução entre a água/cimento e inversamente à idade do concreto, e a sua resistência, pois quanto maior essa resistência menor a porosidade. Neville (2016) indica que as proporções de vazios são um dos dois

principais fatores que tem alterado a resistência de um concreto em certa idade, posteriormente, a relação água/cimento. Sabendo que a porosidade do concreto está ligada a pasta devido à baixa permeabilidade dos agregados na interface entre a pasta, variando os diâmetros dos poros (SATO,1998).

De acordo com Bauer (2013), a trabalhabilidade também é de suma importância para que se obtenha uma compactação/adensamento, assegurando uma densidade máxima, mantidas as propriedades fundamentais para manusear o produto, e conseqüentemente causa mudanças na porosidade.

2.1.1 Rugosidade

Palma (2006) define como sendo rugosidade superficial o conjunto de irregularidades provocadas no processo de produção. A rugosidade se mede pelo equipamento que fornece o perfil composto da rugosidade e ondulação. A ondulação deve ser separada da rugosidade para ser medida, sendo realizada através da filtragem. Alves (2002) caracteriza a superfície com reentrâncias e pequenas saliências como sendo rugosidade.

Silva (2006), apresenta a rugosidade como sendo sulcos ou marcas deixadas pelo processo de elaboração da superfície, sendo através das ferramentas utilizadas ou pela ação química, sendo provocados por movimentos incorretos dos equipamentos empregados ou pelas diferentes pressões exercidas nas ferramentas empregadas no processo. As formas podem ser utilizadas para gerar as irregularidades na superfície dos materiais cimentícios, como bolhas de ar que se deslocam para a superfície durante a cura do concreto.

De acordo com Rosa (2007), as superfícies mesmo que apresentando uma superfície sem defeito, ainda assim contém irregularidades, sendo estas divididas em macrogeométricas e microgeométricas.

O conjunto das irregularidades provocadas pelas vibrações de produção ou do tratamento térmico como sendo a ondulação ou textura secundária. As irregularidades são provocadas pelo estilo de fôrma utilizada no concreto, pelos processos físicos e químicos durante a cura por desempenho e vibrações são denominadas de macrogeométricas. Para obtenção de uma topografia mais rugosa e própria para a aderência, o pré tratamento do substrato possui grande importância no fator de influência (PRETTO, 2007).

Conhecer o grau de rugosidade das superfícies é de suma importância, sendo aplicada na vida cotidiana ou nas indústrias, pois em alguns casos se faz necessário uma rugosidade alta, e em outros casos isso não se faz necessário, quando se busca por brilho, redução do atrito entre duas superfícies, diminuindo desta maneira a erosão, a corrosão e o desgaste dos materiais (RIVERA; MELO, 2001).

2.1.2 Porosidade

Segundo Neville (2016), a resistência do concreto está diretamente ligada com a porosidade, que pode ser expressa através do volume de vazios. Os vários tipos de vazios presentes no concreto, como por exemplo os ares incorporados e o aprisionado e os poros capilares e de gel criam diferentes influências.

Para a porosidade ser avaliada é preciso estudar o tamanho dos poros, bem como estes estão na pasta de cimento. A porosidade aberta está relacionada a distribuição, o tamanho e a interconexão dos poros, possibilitando o transporte das substâncias e a permeabilidade da pasta. Na pasta de cimento o tamanho dos poros varia de acordo com os poros de ar aprisionados, que está diretamente relacionado ao adensamento do concreto e também por poros de ar incorporados obtidos através de aditivos incorporadores de ar, conhecidos também por macro poros (CASCUDO, 1994).

Metha e Monteiro (2008) classificam os poros em dois grupos: os vazios capilares maiores que 50 nm, chamados como macro poros tendo, provavelmente, mais influência na determinação da resistência e impermeabilidade características, e os vazios menores que 50 nm, chamados de micro poros, que têm função importante na retração por secagem e na fluência. A distribuição dos tamanhos dos poros é frequentemente determinada através do ensaio de porosimetria por intrusão de mercúrio a pressões controladas, e a porosidade aberta pode ser obtida pela diferença de massa entre o material seco e saturado em água (CARAZEK, 1996).

Lodi (2006) salienta que a compactação e a porosidade possuem grande importância no estudo dos materiais, tendo influência nos fatores como a permeabilidade, a absorção de água, o peso, resistência mecânica e o isolamento acústico e térmico. Bauer (2013) afirma que a qualidade do concreto depende de sua maior impermeabilidade, apresentando assim uma maior durabilidade, sendo que

quanto menor for a porosidade, menor será a sua aderência superficial devido à baixa permeabilidade.

2.1.3 Absorção de água

A porosidade e absorção de água capilar estão relacionadas com a distribuição dos poros da base que determinam a capacidade de sucção ou absorção capilar (SANTOS, 2003). Paes (2004) salienta que o mecanismo de absorção capilar está ligado ao transporte proveniente do desequilíbrio de forças devido à sucção capilar, conhecida como tensão de sucção, onde a água se desloca ao interior do substrato.

De acordo com Paes et al. (2005) as características superficiais estão diretamente relacionadas com a quantidade e com a velocidade da água que é transportada para o interior dos poros do substrato (diâmetro, estrutura e volume), como consequência disso alterando as propriedades da argamassa que estão em contato com a base absorvente.

2.2 ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

A NBR 13529 (ABNT, 2013) apresenta a argamassa como sendo uma mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerante inorgânico e água, podendo conter aditivos ou adições. Segundo Alves (2002) a argamassa de revestimento é o material ainda em seu estado fresco, sendo aplicada ao substrato e posteriormente serem feitos todos os processos executivos como o sarrafeamento, desempenho e acabamento final. Algumas condições a serem seguidas pela NBR 13749 (ABNT, 2013) em relação ao revestimento são: ser compatível com o acabamento decorativo (papel de parede, pintura, revestimento cerâmico e outros), possuir resistência mecânica decrescente ou uniforme desde a primeira camada em contato com a base sem comprometimento a durabilidade ou acabamento final, podendo possuir uma ou mais camadas superpostas de argamassa contínua e uniforme, no caso de revestimento externo de superfícies em contato com o solo deve possuir propriedade impermeabilizante, resistindo à ação de variações normais de temperatura e umidade.

As características dos materiais utilizados na composição da argamassa determinam as suas propriedades, os fatores relacionados às aplicações em campo, podendo ser citado como exemplo, o material em que a argamassa será aplicada, às

condições de temperatura e umidade, bem como o método utilizado para a realização da mistura (BREA, 1999).

Scartezini (2002) apresenta a teoria dos poros ativos, onde a capacidade de absorção e retenção de água faz a distinção dos poros na argamassa/substrato. Os poros ativos possuem suficiente força capilar para poder realizar a sucção da água. Em um substrato não saturado os poros são em grande parte poros ativos, estando estes vazios, possuem força capilar para a absorção da água da argamassa.

As argamassas de revestimento buscam desempenhar as suas funções tanto no estado fresco, como no endurecido, dependendo assim das características que compõem os materiais, do processo da mistura, proporção entre eles e da execução do revestimento, podendo haver também a interferência das condições do meio ambiente e da natureza da base (COSTA, 2005).

2.2.1 Propriedades do estado fresco

De acordo com Cincotto (1995), a argamassa no estado fresco possui como principais propriedades a consistência, a trabalhabilidade, teor de ar incorporado, retenção de água e adesão inicial.

2.2.1.1 Teor de ar incorporado

São as bolhas de ar que são incorporadas à mistura, estas divergem das decorrentes da produção da evaporação e que caracterizam o ar aprisionado (MOURA, 2007). Quanto maior for o teor de ar nas argamassas, menor será os pontos de contato das argamassas com o substrato e resulta em baixa resistência de aderência (CARASEK, 1996). Ocorre alteração na plasticidade, melhora na trabalhabilidade (ALVES, 2002; PAULO, 2006), permitindo uma redução na quantidade de água usada e permeabilidade (PAULO, 2006).

2.2.1.2 Consistência e trabalhabilidade

A consistência é a propriedade na qual a argamassa tende a resistir as deformações e a capacidade da argamassa em manter essa consistência durante o tempo de aplicação (CINCOTTO, 1995). A argamassa denominada, trabalhável, possui uma viscosidade suficiente que permite o manuseio e aplicação pelo operador.

Da mesma forma, apresenta uma tensão limite de escoamento, que permita que depois da aplicação esta continue em contato com o substrato sem deslocamentos ou escorregamentos (SOUSA,2005). Sendo maior a trabalhabilidade, melhor será a extensão de aderência no estado endurecido (TRISTÃO, 1995; CARASEK, 1996).

2.2.1.3 Retenção de água

Conforme Silva (2011), a retenção de água é a competência da argamassa no seu estado fresco em manter sua consistência ou trabalhabilidade, podendo a argamassa ter solicitações que provoquem perda de água através da evaporação, sucção e absorção pelo componente.

A retenção de água reflete nas propriedades do revestimento, auxiliando na diminuição da retração gerada através da perda de água, diminuindo as tensões interiores em pequenas idades e diminuindo as fissurações. Geralmente as partículas presentes mais finas como as da cal podem contribuir para reter a água (SILVA, 2006). Contribuindo no desenvolvimento da hidratação em etapas mais avançadas, impedindo possíveis problemas de fissuração causados por retração, fatores estes com implicância direta no desempenho dos sistemas de revestimento (CARASEK, CASCUDO e SCARTEZINI, 2001).

2.2.1.4 Adesão inicial

Faz com que a argamassa se mantenha fixa ao substrato imediatamente após o lançamento no estado plástico, referente às forças de atrito e interfaciais (CARASEK, 1996). A argamassa com baixa adesão inicial no substrato contém falhas de deslocamento ou fissuração, quando submetida ao sarrafeamento, alisamento, raspagem ou desempenho (ZANELATTO, 2012).

2.2.2 Propriedade do estado endurecido

Para Filho (2013) às argamassas de revestimentos devem apresentar um conjunto de propriedades tanto no estado fresco, como no estado endurecido para que possam desempenhar de maneira satisfatória as suas funções. Devem estar classificadas para se adequarem aos tipos e condições de utilização. A argamassa no

estado endurecido apresenta como principais características a aderência, a capacidade de absorver deformações, permeabilidade e a resistência mecânica.

2.2.2.1 Aderência

De acordo com NBR 13528 (ABNT, 2019), aderência é definida como a propriedade do revestimento de resistir a tensões normais ou tangenciais atuantes na interface com o substrato. Entende-se como resistência de aderência o resultado do comportamento de um sistema e depende das características da argamassa, como das características do substrato (RECENA, 2008).

2.2.2.2 Capacidade de deformação

A capacidade de deformação é a propriedade do revestimento que suporta tensões sem rompimento, não apresentando fissuras prejudiciais que comprometam a aderência entre o revestimento e base (BAÍÁ; SABBATINI, 2008). Associa-se indiretamente através da capacidade de aderência do revestimento, sabendo que as argamassas com elevados módulos de deformação, ao serem submetidas a retração, reagem formando fissuras e descolamento do substrato (MOURA, 2007).

2.2.2.3 Permeabilidade

O efeito da passagem de água no seu estado líquido ou no seu estado de vapor por entre a camada de argamassa endurecida é denominado permeabilidade. A permeabilidade sofre influência dos poros capilares e também pelas bolhas de ar incorporado (MÜLLER; BÜCHER, 1993).

O revestimento deve possuir estanqueidade à água, impedindo seu lixiviamento no revestimento, através da base, da composição da argamassa, da execução, da espessura da camada de revestimento e do acabamento final projetado sobre a superfície (SILVA, 2011).

2.2.2.4 Resistência mecânica

A resistência mecânica é a propriedade dos revestimentos que tolera as ações mecânicas, podendo ser elas produzidas pela abrasão superficial, ao impacto ou pela contração termoigroscópica (BAÍA e SABBATINI, 2000).

Segundo Carasek e Cascudo (2007), a resistência mecânica está ligada à propriedade dos revestimentos de possuírem um estado de consolidação interna capaz de suportar esforços mecânicos de diversas origens e que podem ser, em geral, por tensões simultâneas de tração, compressão e cisalhamento. Sendo influenciada pelas características dos materiais que constituem a argamassa, sendo melhorada através do aumento do consumo de cimento empregado na mistura (SILVA, 2011).

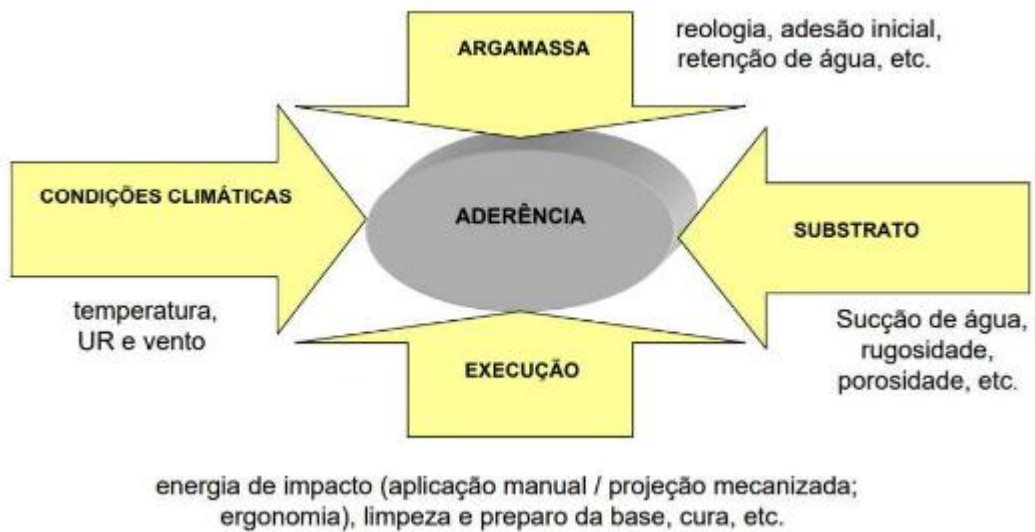
2.3 INTERAÇÃO ARGAMASSA/CONCRETO

Recena (2008) afirma que a resistência de aderência é compreendida como sendo o resultado conjunto das características do revestimento e do substrato, sendo esta analisada como resultado do comportamento do sistema. Assim no próximo parágrafo serão apresentadas as principais características a serem consideradas para uma boa avaliação desta interação.

Com relação a base considera-se as características: absorção de água, textura superficial, resistência mecânica, porosidade, e condições de cura do substrato (STOLZ, 2015). Deve-se levar em consideração em relação aos revestimentos a energia de aplicação e a pressão exercida após o lançamento, a espessura da camada de argamassa, condições climáticas do momento de aplicação, condições de cura do revestimento e sua reologia (SCARTEZINI e CARASEK, 2003; STOLZ, 2015, p. 155).

Segundo Gonçalves (2004) o processo da aderência mecânica vem por outro fator crucial que depende para o bom desempenho do sistema e a extensão da aderência, esta que corresponde entre a área de contato efetiva e a área total que é possível de ter a união da base porosa com a argamassa. No entanto, Carasek e Cascudo (2007) apresentam que a aderência entre os elementos depende de fatores que se apresentam no esquema da Figura 1.

Figura 1: Fatores que influenciam na aderência de argamassa sobre base porosa.

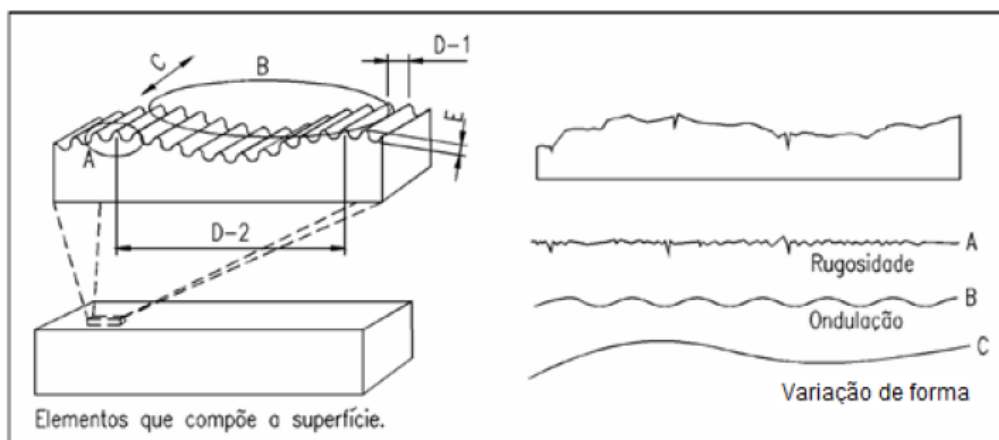


Fonte: Carasek (2007)

2.3.1 Textura Superficial

De acordo com Metha e Monteiro (2014), a textura superficial pode afetar diretamente na resistência à flexão nas primeiras idades do concreto, assim um substrato com uma textura mais áspera possui uma aderência física melhor entre a pasta de cimento e o agregado. Na Figura 2 mostra-se os elementos que compõem a textura das superfícies (ROSA, 2007).

Figura 2: Elementos que compõem uma superfície.



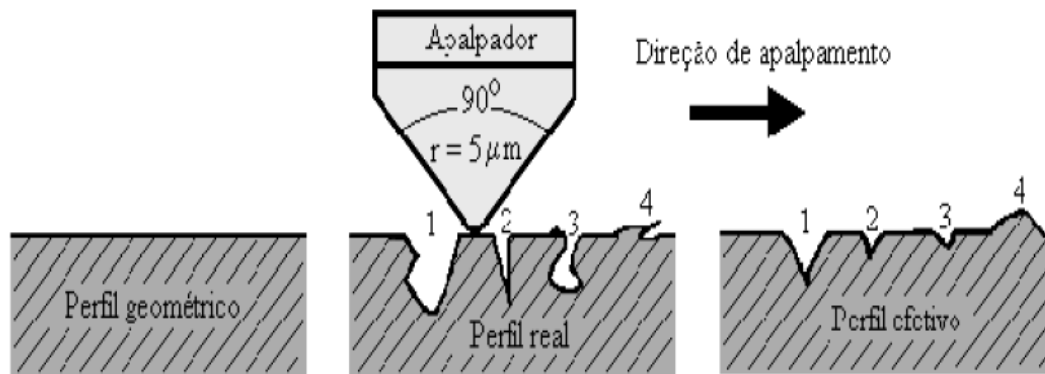
Fonte: Adaptado de Rosa (2007)

Segundo Ruiduit (2009) às argamassas de revestimento que apresentam maiores problemas de aderência são as que possuem falta de porosidade e rugosidade na superfície dos painéis de concreto. Para resolução desses problemas é aplicado o chapisco, que é uma camada de preparo para a superfície dos painéis de concreto.

Entretanto segundo Pretto (2007) e Stolz (2011) pode-se obter a rugosidade superficial através da fôrma utilizada em materiais cimentícios, vibração com que haja a migração de bolhas de ar para a superfície do concreto, deformações obtidas durante a cura e também pelo desempenho das argamassas.

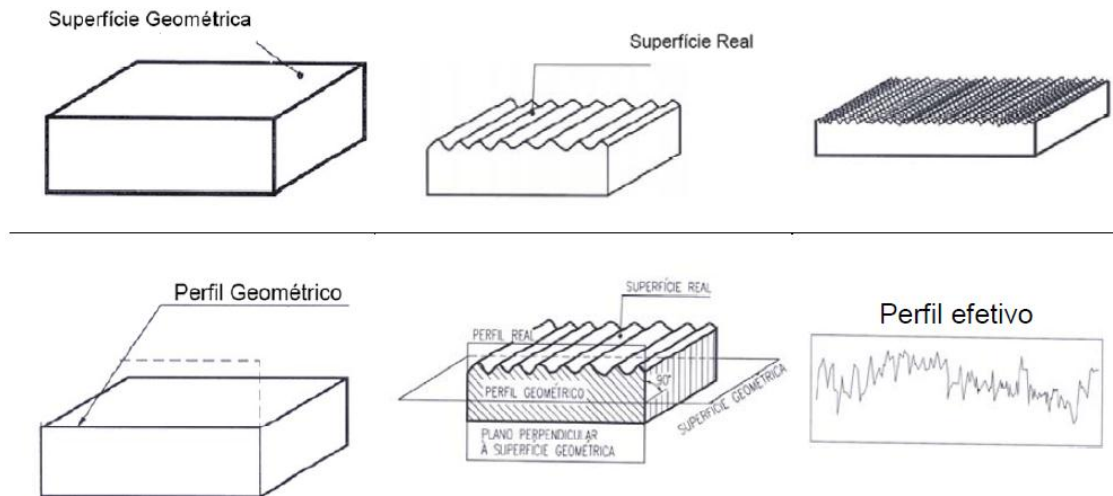
Como observado na Figura 3 e na Figura 4, Alves (2002) classifica como sendo geométrica, real e efetiva a superfície que apresenta inúmeras irregularidades. É considerada nos projetos, a superfície geométrica, aceitando a ausência de irregularidades, sendo este o modelo menos confiável. A superfície real é aquela que mantém o contato direto com o meio externo, apresentam algumas ranhuras e possuem dentes internos, os quais não podem ser medidos, originando desta maneira a superfície efetiva, sendo esta a superfície que é possível medir (ALVES, 2002).

Figura 3: Influência do apalpador no perfil efetivo de rugosidade.



Fonte: (BET, 1999 apud SILVA, 2002)

Figura 4: Tipos de Superfícies.



Fonte: Adaptado de Alves (2002)

2.3.1.1 POROSIDADE

A distribuição de poros da base possui grande influência na aderência da argamassa ao substrato, devido a sua alta capacidade de absorção de água do substrato e também a quantidade de poros com diâmetro a 50 nm (macro poros) desempenha alta capacidade de absorção de água, visto que esses possuem fundamental responsabilidade frente a permeabilidade da base. A retração e a influência estão relacionadas com os micros poros e os meso poros (2 a 50nm) (KASZMIERCZAK et al., 2007).

De acordo com Stolz (2011) a quantidade de vazios capilares está diretamente associada a proporção de água acrescentada à mistura e também do grau de hidratação do cimento, para se obter uma redução da porosidade capilar aumenta-se o grau de hidratação do cimento e a redução da mistura água/cimento. Há uma relação direta entre a baixa porosidade, devido à alta resistência do concreto, sendo assim, apresentando maiores problemas de aderência dos revestimentos argamassados, por possuir baixa capacidade de absorver a pasta da argamassa pelos poros do substrato, prejudicando desenvolver o intertravamento mecânico. De maneira inversa, possuindo o concreto alta porosidade, a argamassa poderá perder a água fundamental para que as reações de hidratação do cimento ao substrato se completem.

2.3.1.2 FÔRMAS

A fôrma é utilizada para moldar o concreto em seu estado fresco conforme a textura e forma geométrica desejada, e no caibramento, o conjunto dos elementos envolvidos que serão utilizados para sustentá-lo até adquirir resistência para auto suportar aos esforços no qual lhe serão submetidos (ASSAHI, 2011). A NBR 15696 (ABNT, 2009) apresenta as fôrmas como sendo estruturas provisórias que são utilizadas para fazer o molde do concreto no seu estado fresco, suportando as ações procedentes das cargas variáveis obtidas através das pressões provocadas pelo lançamento do concreto fresco até que seja autoportante.

As fôrmas são descritas como sendo estruturas provisórias, conforme apresentado na Figura 5 e na Figura 6, com o objetivo de dar forma e suporte no lançamento e no adensamento do concreto em seu estado fresco, até que se torne autoportante, obtendo conforme as especificações de projeto o seu dimensionamento, textura, posição do nível e formato desejado das peças estruturais (CALIL et al., 1998).

Figura 5: Assoalho com tábua serrada.



Fonte: ROHDEN (2016).

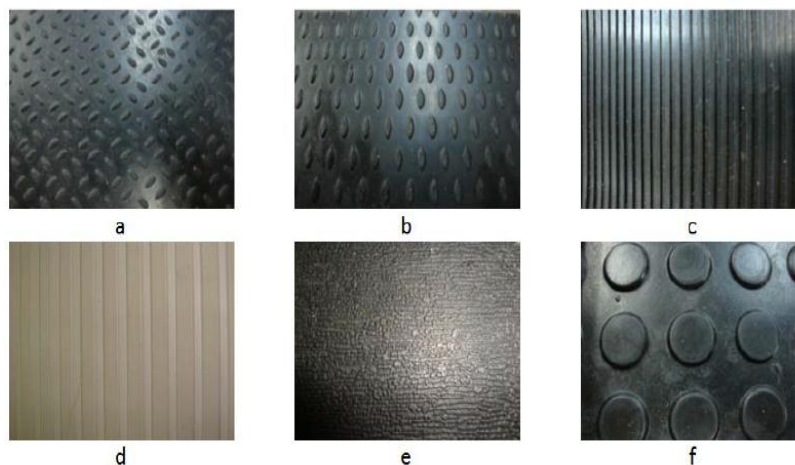
Figura 6: Fôrma de pilar.



Fonte: ROHDEN (2016).

O material utilizado para os moldes de concreto possui influência direta na textura superficial, sendo que as fôrmas de madeira bruta possuem maior rugosidade em sua superfície, em comparação com as fôrmas que são fabricadas com madeira aparelhada, metais ou de plástico (BAUER L, 2013). Na Figura 7 e na Figura 8, Stolz (2011) apresenta vários formatos estudados.

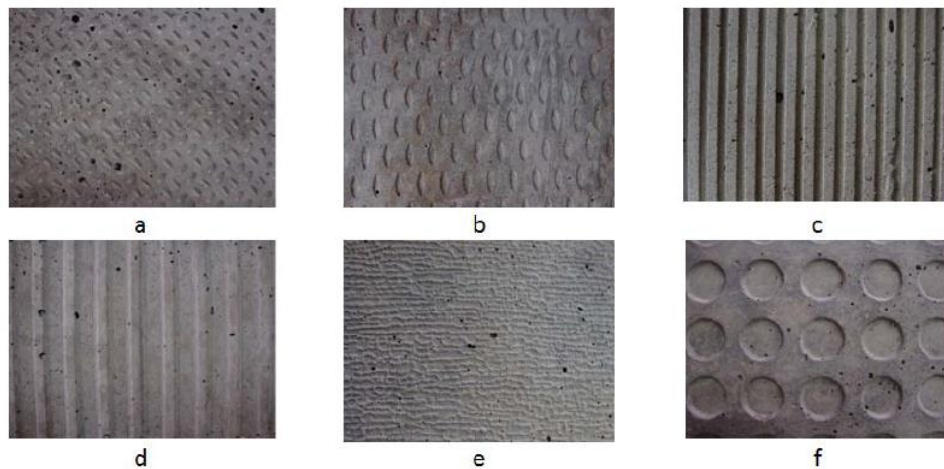
Figura 7: Tipos de Rugosidades utilizadas no estudo piloto.



a) rugosidade 1 Formato de grão de arroz; b) rugosidade 2- formato de grão arroz alinhado; c) rugosidade 3- ondulada com bordas; d) rugosidade 4: ondulada com bordas arredondadas e afastadas; e) rugosidade 5: Formato irregular; f) rugosidade 6- formato de moeda

Fonte: STOLZ (2011)

Figura 8: Aspecto superficial dos substratos de concreto estampados com diferentes rugosidades.



Fonte: STOLZ (2011)

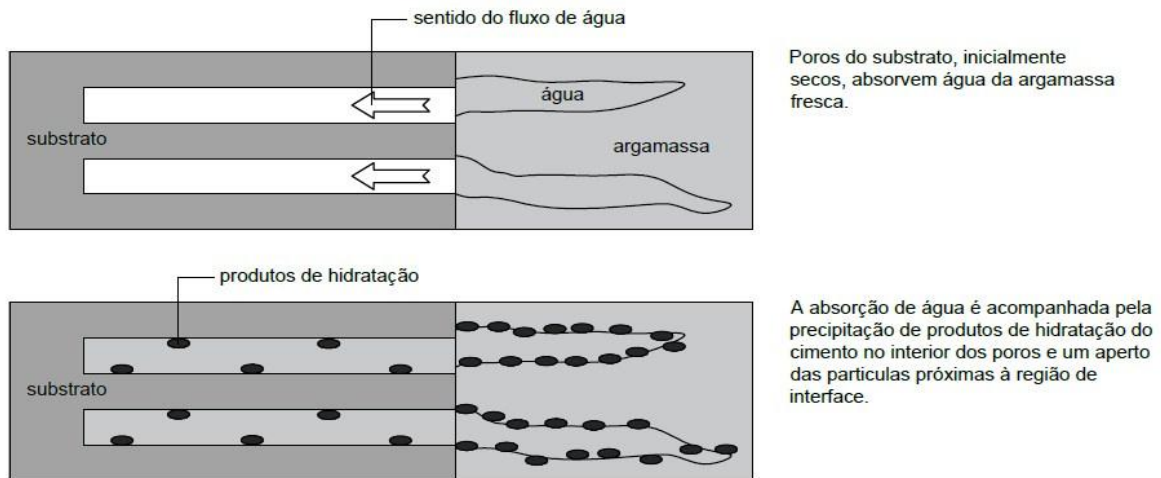
Stolz (2011), obteve em análise visual da interface argamassa/substrato, após aplicar duas argamassas mistas sobre diferentes substratos, onde através de uma lupa estereoscópica, visualizou que em ambas as argamassas, as rugosidades obtiveram aderência satisfatória, sendo em casos pontuais encontrados vazios na interface. Também fora realizado ensaio de resistência à aderência na tração em cada conjunto, observando que no traço 1:1:6, juntamente com a rugosidade do tipo “b” conforme demonstrada nas figuras, obteve-se a maior resistência de aderência à tração no revestimento argamassado.

2.3.1.3 Aderência

Antunes (2005) apresenta a formação da aderência como sendo um mecanismo complexo envolvendo o transporte de sólidos e líquidos na argamassa e na interface com a base junto com a hidratação do cimento, proporcionando seu endurecimento. Ainda salienta que o contato entre a argamassa e o substrato é a razão entre a área de contato efetivo e a área total que pode ser unida.

Ruduit (2009), salienta que há uma dificuldade na aplicação de revestimentos de argamassa, devido as características das bases. Sendo estas muito porosas, acabam prejudicando a aderência dos revestimentos proporcionado pela perda de água da argamassa quando aplicada na base. Ao contrário, como observado na Figura 9, superfícies lisas e pouco porosas prejudicam a aderência dos revestimentos.

Figura 9: Mecanismo de penetração da pasta da argamassa na base.



Fonte: Adaptado CARASEK (1998)

O contato da argamassa com a base absorvente em seu estado plástico se dá através da penetração das cavidades e dos poros dos substratos, vindo a ocorrer no seu interior a precipitação de produtos de hidratação do cimento, ancorando a argamassa à base (CARASEK, CASCUDO e SCARTEZINI, 2001).

De acordo com Scartezini (2002) para melhorar a ancoragem da argamassa é preciso melhorar a capacidade de aderência dos substratos, pois através de um ponto frágil é possível ter falhas nos sistemas de revestimento. Ainda ressalta que desde o processo de fabricação e seus constituintes deve haver estudos proporcionando a definição de parâmetros das distribuições dos tamanhos dos poros e da porosidade favorável a ancoragem do revestimento.

Bauer (2005) comenta que maiores aderências têm maior módulo de elasticidade, podendo ter maiores deformações providas de movimentações termo higroscópicas e estruturais, potencializando a fissuração. Ainda ressalta que altos valores de resistência, não servem como parâmetro para a escolha da argamassa e para determinar a durabilidade pretendida.

Conforme Figura 10 e Figura 11, Pretto (2007) em seus estudos sobre as áreas de contato de argamassas sobre concretos que foram tratados com chapisco, verificou uma que há grande diferença da extensão da área de contato entre o chapisco e o concreto e entre a argamassa e o chapisco.

Figura 10: Interface concreto / chapisco projetado manualmente / argamassa.



Fonte: PRETTO (2007)

Figura 11: Interface concreto / chapisco desempenado / argamassa.

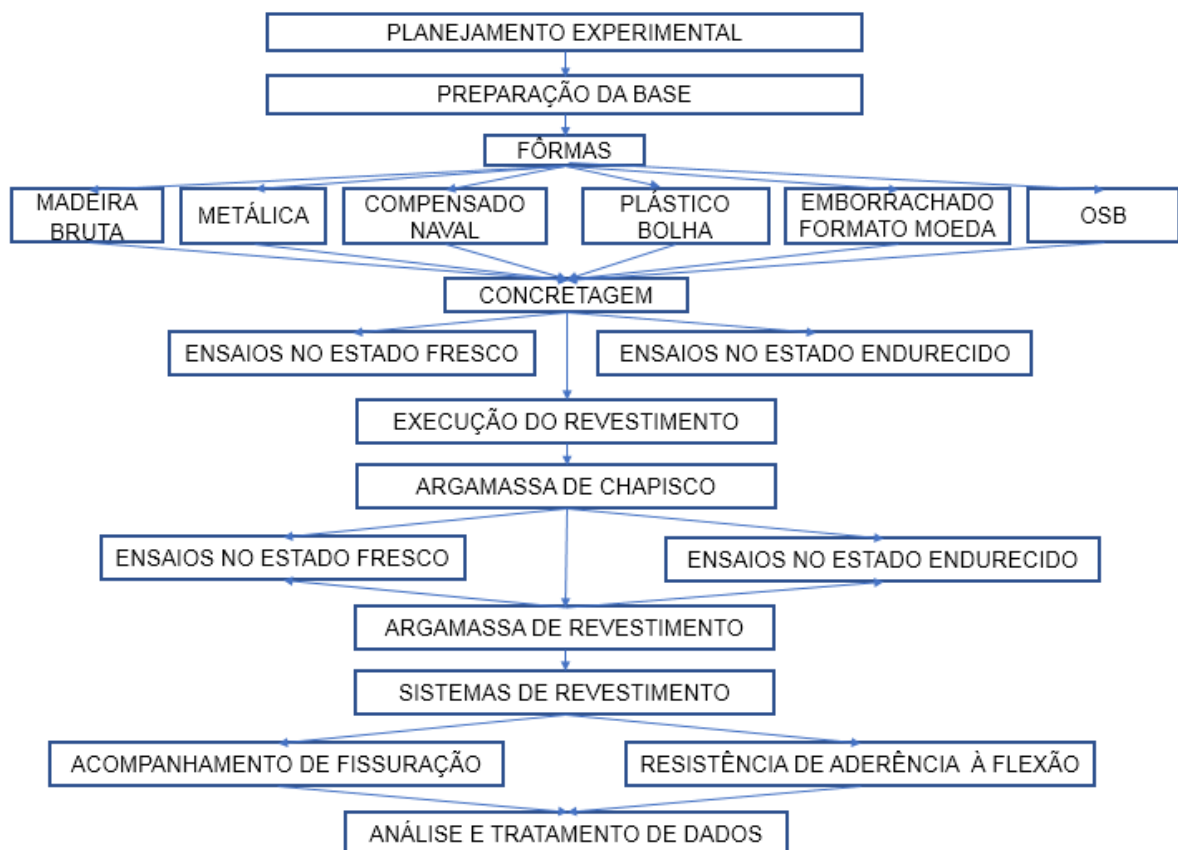


Fonte: PRETTO (2007)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O programa experimental apresentado na sequência foi elaborado utilizando as técnicas e elementos que são empregados na construção civil, tendo as condições de exposição da cidade de Bento Gonçalves. Apresentado o problema, visando garantir a organização das ideias, em seguida é proposta a metodologia que foi desenvolvida para a execução dos experimentos visando obter os objetivos propostos que comprovem ou rejeitem as hipóteses da pesquisa. O fluxograma deste trabalho está demonstrado na Figura 12.

Figura 12: Fluxograma do programa experimental da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

3.1 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

O planejamento experimental elaborado foi realizado em duas etapas, onde na primeira foram realizadas minis paredes de concreto com diferentes acabamentos superficiais, e na segunda etapa foram realizados os revestimentos argamassados

constituído de chapisco e argamassa de revestimento, nas diferentes superfícies obtidas em função dos diferentes acabamentos das minis paredes utilizadas nesta pesquisa. Para a construção das minis paredes de concreto foi utilizado um concreto usinado, sendo o critério de escolha o mais empregado na região da serra gaúcha, que é um com classe de resistência de 30 MPa. Após a cura do concreto de 28 dias foi iniciada o processo do revestimento argamassado. A execução dos revestimentos foi realizada manualmente em laboratório, 7 dias após o chapisco. Cabe salientar que nesta pesquisa foi empregado dois sistemas de revestimento argamassado, um utilizando o chapisco e outro não utilizando o chapisco, com isso cada superfície possui 50% de chapisco e 50% sem chapisco, como preparação da base antes da argamassa de revestimento. Foram executados os ensaios de caracterização para ambas as argamassas de chapisco e de revestimento.

Todos os ensaios que foram realizados ao decorrer da pesquisa são de acordo com as normativas técnicas regulamentadas pela ABNT, e os métodos empregados podem ser verificadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Planejamento de ensaios a serem realizados na pesquisa.

(continua)

	ENSAIOS	MÉTODOS
NO CONCRETO	Abatimento do tronco de cone	NBR 16889 (ABNT, 2020)
	Determinação de massa específica	NBR 9833 (ABNT, 2009)
	Resistência à compressão	NBR 5739 (ABNT, 2018)
	Absorção de água total, índice de vazios e massa específica	NBR 9778 (ABNT, 2009)

(conclusão)

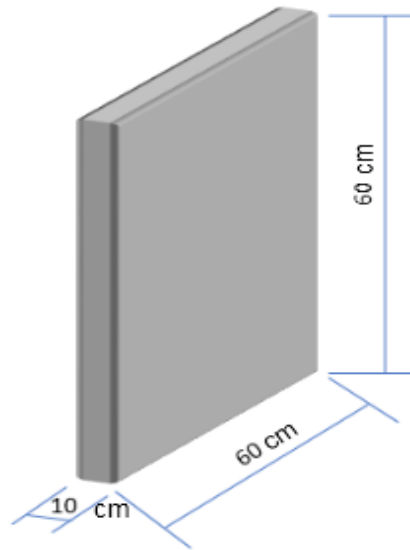
NA ARGAMASSA DE CHAPISCO E DE REVESTIMENTO	Índice de consistência	NBR 13276 (ABNT, 2016)
	Retenção de água	NBR 13277 (ABNT, 2005)
	Densidade de massa	NBR 13278 (ABNT, 2005)
	Resistência à compressão e Resistência à tração na flexão	NBR 13279 (ABNT, 2005)
	Densidade de massa no estado endurecido	NBR 13280 (ABNT, 2005)
	Absorção de água por capilaridade e coeficiente de capilaridade	NBR 15259 (ABNT, 2005)
NO REVESTIMENTO	Acompanhamento de quantidade e comprimento de fissuras	Método Silva e Bauer (2008)
	Resistência à aderência à tração	NBR 13528 (ABNT, 2019)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

3.1.1 Execução da base e do revestimento argamassado

A base de aplicação da argamassa de revestimento é um substrato constituído por um concreto usinado, com diferentes texturas. Foram confeccionadas três minis paredes, sendo utilizadas as duas faces, cada face com uma área de 0,36 m², e cada mini parede com altura de 60 cm, largura de 60 cm e com espessura de 10 cm, como demonstrado na Figura 13.

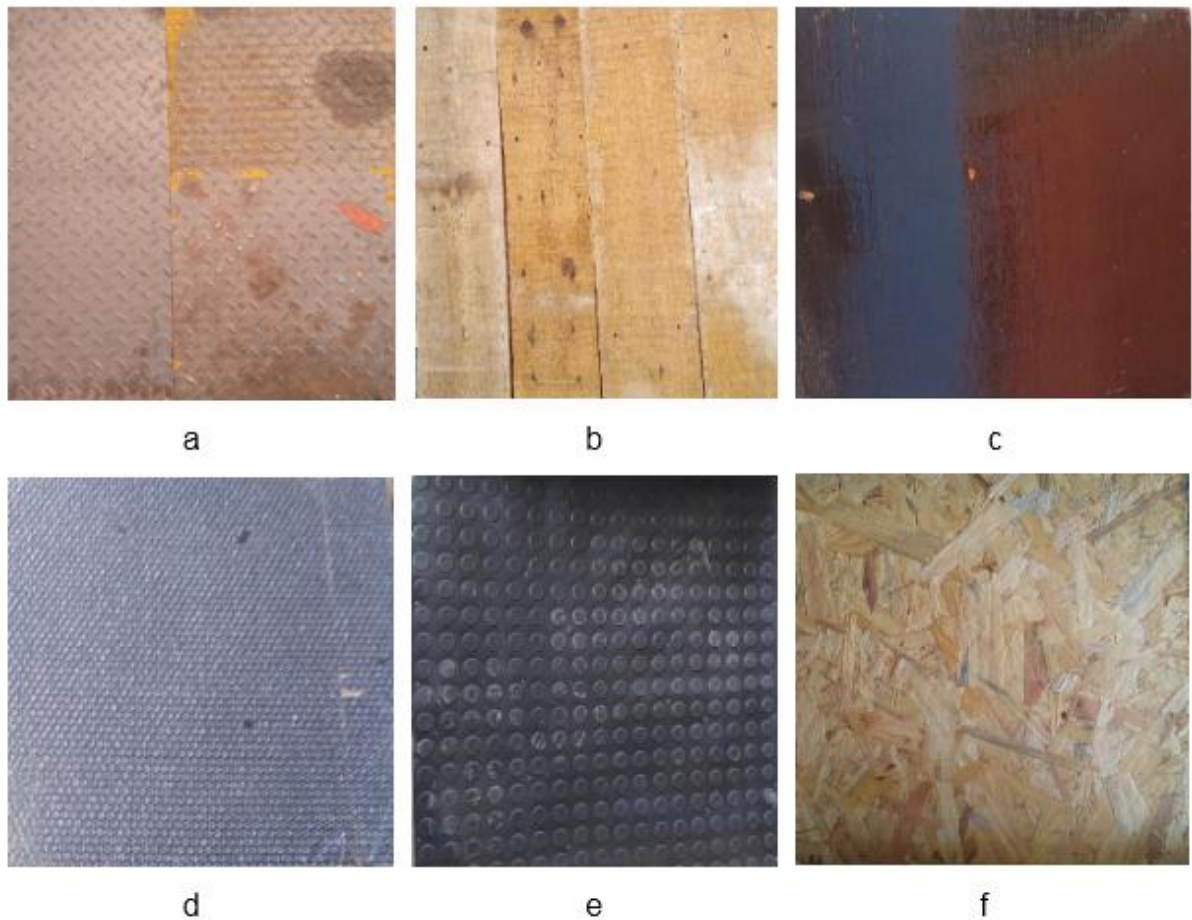
Figura 13: Base 60x60x10 cm de concreto.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020)

As texturas das minis paredes foram formadas através do uso de diferentes fôrmas de concretagem, utilizando diferentes materiais, que foram a madeira bruta, a chapa metálica, a chapa de compensado naval, a chapa revestida com plástico bolha, a chapa compensada de OSB e a chapa revestida com moeda emborrachada. Buscando desta maneira verificar se há influência na aderência do revestimento devido a diferentes texturas provocadas pelas fôrmas no substrato. Salientando que nas fôrmas utilizou-se desmoldante a base de água. Para todos os substratos, foi empregada uma argamassa de chapisco industrializada na metade de cada face, ou seja, 50% da face possui chapisco e 50% não possui chapisco, com o intuito de avaliar diferentes condições sobre a textura elaborada. Ambas as minis paredes foram executadas na posição vertical, em relação ao piso. Na Figura 14 está apresentado os tipos de materiais utilizados nas fôrmas.

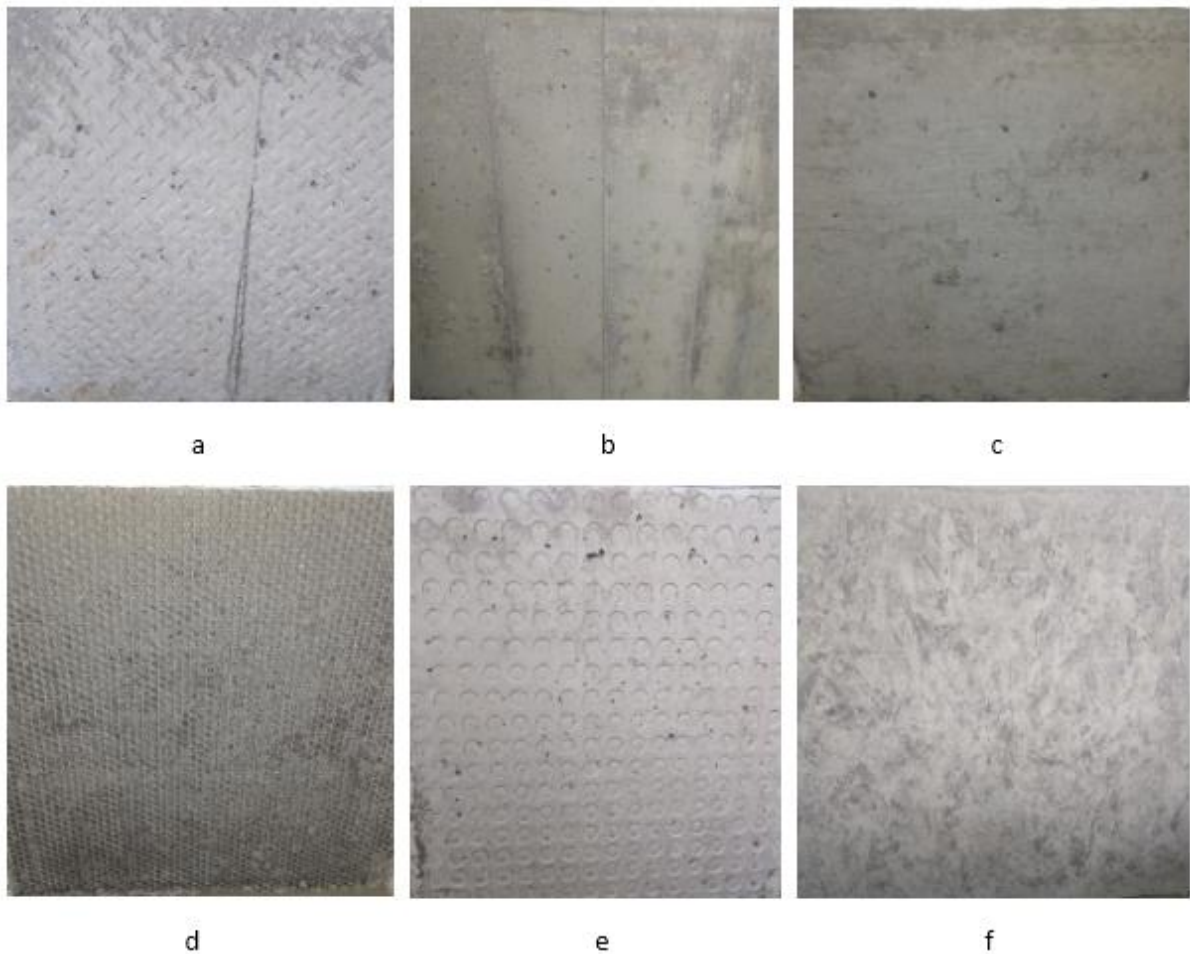
Figura 14: Tipos de fôrmas utilizadas no trabalho



Onde: a) fôrma 1 – metálica no formato de grão de arroz; b) fôrma 2 - madeira bruta; c) fôrma 3 - compensado naval; d) fôrma 4 - plástico bolha; e) fôrma 5 - formato moeda; f) fôrma 6 - chapa OSB
Fonte: Autor (2021)

Após a desforma, obteve-se as texturas superficiais como podemos identificar na Figura 15. Após 28 dias da execução da base de concreto, foi aplicado uma camada de chapisco industrializado de forma convencional, somente em 50% de cada uma das faces obtidas, com uma espessura de 5 mm, como é apresentado na Figura 16.

Figura 15: Aspecto superficial dos substratos de concreto estampados com diferentes rugosidades.



Onde: a) rugosidade 1 – metálica no formato de grão de arroz; b) rugosidade 2 - madeira bruta; c) rugosidade 3 - compensado naval; d) rugosidade 4 - plástico bolha; e) rugosidade 5 - formato moeda; f) rugosidade 6 - chapa OSB

Fonte: Autor (2021)

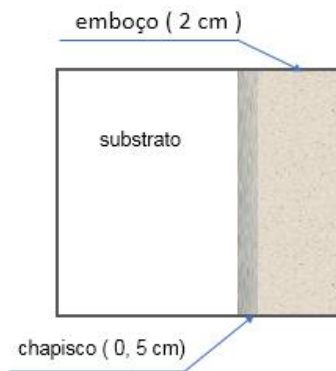
Figura 16: Parede com chapisco na metade de sua face



Fonte: Autor (2021)

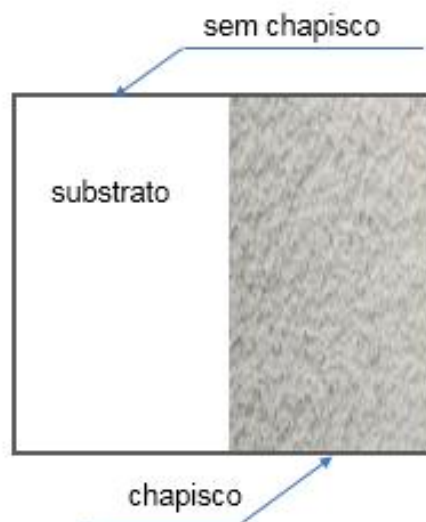
A argamassa de revestimento utilizada foi do tipo industrializada estabilizada. A aplicação foi feita de forma manual sete dias após a aplicação do chapisco, sendo executada em uma única camada o revestimento argamassado, com espessura de 20 mm do lado que possui chapisco, no lado sem chapisco a espessura foi de 25 mm, para o revestimento possuir 25 mm de espessura em ambas as condições. A Figura 19 apresenta as minis paredes revestidas. As camadas do revestimento argamassado são representadas na Figura 17 e na Figura 18.

Figura 17: Camadas do revestimento argamassado com chapisco



Fonte: Autor (2021)

Figura 18: Camadas do revestimento argamassado sem chapisco



Fonte: Autor (2021)

Figura 19: Minis paredes com o revestimento argamassado



Fonte: Autor (2021)

Com o intuito de facilitar o entendimento das diferentes texturas foi utilizada as nomenclaturas propostas pela Tabela 2.

Tabela 2 – Nomenclatura dos materiais utilizados.

MATERIAIS UTILIZADOS NAS FÔRMAS		NOMENCLATURA
NAS FÔRMAS	Chapa compensado OSB	OSB
	Madeira bruta	Madeira bruta
	Emborrachado formato moeda	Moedas
	Plástico bolha	Plástico bolha
	Chapa metálica	Chapa metálica
	Chapa de compensado naval Plástico bolha	Naval

Fonte: Autor (2021)

3.2 MATERIAIS UTILIZADOS

Nos itens abaixo estão destacados os materiais que foram utilizados no decorrer dessa pesquisa, bem como sua caracterização, buscando avaliar o desempenho dos materiais nas suas diversas utilizações.

3.2.1 Fôrmas

Para auxiliar na rugosidade superficial do concreto, foram empregadas fôrmas com diferentes materiais e superfícies, proporcionando texturas para cada base de aplicação. Inicialmente foram montadas diferentes fôrmas compondo materiais distintos, ambos empregados na construção civil, como madeira e metal. Ainda foram utilizados elementos que formaram um alto ou baixo relevo na superfície do concreto. Ao todo foram 6 diferentes tipologias de materiais, que são:

1. Madeira bruta, do tipo pinheiro, fornecida normalmente em guias de dimensões de 2,5 cm x 15 cm x 5,40 m;
2. Chapa metálica, formato grão de arroz de dimensões de 1,2 mm x 2,00 m x 1,00 m;
3. Chapa de compensado naval de dimensões de 14 cm x 1,10 m x 2,20 m;
4. Plástico bolha, de 30 micras, fornecido normalmente em rolo;
5. Emborrachado formato moeda, de dimensões de 3 mm x 1,30 m x 1,0 m;
6. Chapa compensada de OSB de dimensões de 14 cm x 1,22 m x 2,44 m.

3.2.2 Concreto

O concreto utilizado para a produção dos substratos desta pesquisa foi fornecido por uma concreteira local. O concreto foi entregue por meio de um caminhão betoneira. Esse concreto é consumido por empresas construtoras da região, sendo de resistência de 30 MPa. Essa resistência, segundo com a própria fornecedora de concreto declara ser a resistência mais requisitada da região serrana do estado do Rio Grande do Sul.

Os materiais empregados na produção do concreto foram fornecidos diretamente pela concreteira, sendo estes caracterizados pelos devidos fabricantes, como aglomerante foi utilizado o cimento CP II-F 40 produzido pela cimenteira Itambé, sua caracterização é apresentada no Anexo A. Logo os agregados foram obtidos e caracterizados pela concreteira, sendo utilizados dois diferentes agregados graúdos e um agregado miúdo industrializado. As caracterizações dos agregados estão apresentadas no Anexo B.

3.2.3 Argamassa de Chapisco

A argamassa de chapisco empregada foi do tipo industrializada, a aplicação foi feita de forma manual no substrato. Os materiais constituintes da argamassa de chapisco são o cimento CP II-F 40, da cimenteira Itambé, agregado miúdo natural e de britagem, cal hidratada CH-II da marca Dagoberto Barcellos, incorporador de ar Tec-Nol, retardador de pega Eco-Tec-Mix, estes da marca GCP. A caracterização dos agregados miúdos e do cimento, estão apresentados nos Anexos A e B. No Anexo A, tem-se a caracterização do cimento CP I I-F 40, e no Anexo B o agregado miúdo natural.

3.2.4 Argamassa de Revestimento

A argamassa de revestimento consiste em uma do tipo industrializada estabilizada, dosada em central, sendo esta fornecida pronta por uma empresa que está localizada na cidade de Bento Gonçalves. Desta maneira opta-se pela aplicação da argamassa de 36 horas devido ao maior volume que é comercializado no mercado e por haver menor teor de aditivos retardadores de pega. A argamassa foi entregue por meio de um caminhão betoneira que posteriormente foi distribuída em baldes de plástico e sendo aplicadas na sequência, ou seja, na primeira hora da mistura, com o intuito de se fixar o tempo inicial, evitando desta maneira interferências relacionadas tanto a evaporação como a variação no teor de água da mistura.

Os materiais constituintes da argamassa de revestimento são o cimento CP II-F 40, da cimenteira Itambé, agregado miúdo natural e de britagem, pozolana de cinza leve da Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE), cal hidratada CH-II da marca Dagoberto Barcellos, incorporador de ar Tec-Nol, retardador de pega Eco-Tec-Mix, redutor de água Mira Set 829 SPX, estes da marca GCP. A caracterização dos agregados miúdos e do cimento, estão apresentados nos Anexos A e B.

3.2.5 Desmoldante

Utilizou-se desmoldante a base de água nas fôrmas de concretagem.

3.3 ENSAIOS REALIZADOS

A seguir estão apresentados os ensaios que foram realizados no concreto e nas argamassas no estado fresco e no estado endurecido, assim como no revestimento argamassado. Cada ensaio realizado foi apresentado as normatizes vigentes, bem como os resultados obtidos.

3.3.1 Concreto

A caracterização do concreto foi executada de acordo com os métodos descritos na Tabela 3, e ela apresenta os resultados obtidos no estado fresco e endurecido, as tabelas de cálculos podem ser verificadas no Apêndice A.

Tabela 3 – Ensaio realizados no concreto.

ENSAIOS	MÉTODOS	IDADE	RESULTADOS
Abatimento do tronco de cone	NBR 16889(ABNT, 2020)	Fresco	100 ± 20 mm
Determinação de massa específica	NBR 9833 (ABNT, 2009)	Fresco	2356 Kg/m ³
Resistência à compressão	NBR 5739 (ABNT, 2018)	7 (dias)	24,4 MPa
Resistência à compressão	NBR 5739 (ABNT, 2018)	28 (dias)	30,5 MPa
Absorção de água total	NBR 9778 (ABNT, 2009)	28 (dias)	9,29 %
Índice de vazios	NBR 9778 (ABNT, 2009)	28 (dias)	19,48%
Massa específica	NBR 9778 (ABNT, 2009)	28 (dias)	2290 Kg/m ³

Fonte: Elaborado pelo Autor

De acordo com a NBR 8953 (ABNT, 2015), o concreto utilizado de 30,5 MPa atende os requisitos prescritos na normatização, estando na classe de resistência à compressão C30, e consistência S100, em relação a massa específica no estado fresco, o concreto utilizado apresentou 2290 kg/m³ e ficou dentro dos valores de um concreto convencional, estes que variam entre 2200 kg/m³ e 2600 kg/m³, pois abaixo

de 2200 kg/m³ é considerado como um concreto leve e acima de 2600 kg/m³ é considerado um concreto pesado (SILVA, 2003).

3.3.2 Argamassa de chapisco

A Tabela 4 apresenta os métodos de ensaio que foram executados e os resultados no estado fresco e endurecido obtidos, referentes à caracterização da argamassa de chapisco industrializada, as planilhas de cálculos podem ser verificadas nos Apêndices B, C, D, E e F.

Tabela 4 – Ensaio realizados na argamassa de chapisco.

(continua)

ENSAIOS	MÉTODOS	Estado	RESULTADOS
Índice de consistência	NBR 13276 (ABNT, 2016)	Fresco	276 mm
Densidade de massa	NBR 13278 (ABNT, 2005)	Fresco	1198,5 Kg/m ³
Teor de ar incorporado	NBR 13278 (ABNT, 2005)	Fresco	10 %
Densidade de massa aparente	NBR 13280 (ABNT, 2005)	Endurecido	1758,7 Kg/m ³
Resistência à tração na flexão	NBR 13279 (ABNT, 2005)	Endurecido	3,05 MPa
Resistência à compressão	NBR 13279 (ABNT, 2005)	Endurecido	8,65 MPa
Absorção de água por capilaridade 10 min	NBR 15259 (ABNT, 2005)	Endurecido	0,16 g/cm ²
Absorção de água por capilaridade 90 min	NBR 15259 (ABNT, 2005)	Endurecido	0,26 g/cm ²
Coefficiente de capilaridade	NBR 15259 (ABNT, 2005)	Endurecido	1,7 g/dm ² .min ^{1/2}
Absorção de água total	NBR 9778 (ABNT, 2009)	Endurecido	18,46 %

(conclusão)

Índice de vazios	NBR 9778 (ABNT, 2009)	Endurecido	31,84 %
Massa específica	NBR 9778 (ABNT, 2009)	Endurecido	2040 Kg/m ³

Fonte: Elaborado pelo Autor

Os resultados obtidos no estado fresco, como no estado endurecido da argamassa de chapisco de acordo os requisitos estabelecidos pelos métodos de ensaio segundo a NBR 13281 (ABNT, 2005), estão enquadrados nas classes, D1 para densidade de massa no estado fresco, M2 para densidade de massa aparente no estado endurecido, P6 para resistência à compressão, C2 para coeficiente de capilaridade. De modo geral a argamassa de chapisco está apta para ser utilizada, de acordo com os requisitos normativos descritos na NBR 13281 (ABNT, 2005).

3.3.3 Argamassa de revestimento

A Tabela 5 apresenta os métodos de ensaio que foram executados e os resultados no estado fresco e endurecido obtidos, referentes à caracterização da argamassa de revestimento, as planilhas de cálculos podem ser verificadas nos Apêndices B, C, D, E e F.

Tabela 5 – Ensaio realizados na argamassa de revestimento.

(continua)

ENSAIOS	MÉTODOS	Estado	RESULTADOS
Índice de consistência	NBR 13276 (ABNT, 2016)	Fresco	280 mm
Densidade de massa	NBR 13278 (ABNT, 2005)	Fresco	1027,4 Kg/m ³
Teor de ar incorporado	NBR 13278 (ABNT, 2005)	Fresco	15 %

(conclusão)

Densidade de massa aparente no estado endurecido	NBR 13280 (ABNT, 2005)	Endurecido	1564 Kg/m ³
Resistência à tração na flexão	NBR 13279 (ABNT, 2005)	Endurecido	1,8 MPa
Resistência à compressão	NBR 13279 (ABNT, 2005)	Endurecido	6,3 MPa
Absorção de água por capilaridade em 10 min	NBR 15259 (ABNT, 2005)	Endurecido	0,15 g/cm ²
Absorção de água por capilaridade em 90 min	NBR 15259 (ABNT, 2005)	Endurecido	0,33 g/cm ²
Coefficiente de capilaridade	NBR 15259 (ABNT, 2005)	Endurecido	2,85 g/dm ² .min ^{1/2}
Absorção de água total	NBR 9778 (ABNT, 2009)	Endurecido	22,25 %
Índice de vazios	NBR 9778 (ABNT, 2009)	Endurecido	34,77 %
Massa específica	NBR 9778 (ABNT, 2009)	Endurecido	1910 Kg/m ³

Fonte: Elaborado pelo Autor

Os resultados obtidos tanto no estado fresco, como no estado endurecido da argamassa estabilizada atendem os requisitos estabelecidos pelos métodos de ensaio segundo a NBR 13281 (ABNT, 2005), onde estão enquadrados nas classes, D1 para densidade de massa no estado fresco, M4 para densidade de massa aparente no estado endurecido, R3 para resistência à tração na flexão, P5 para resistência à compressão, C3 para coeficiente de capilaridade. De maneira geral a argamassa atende os requisitos normativos descritos na NBR 13281 (ABNT, 2005), podendo utilizá-la como revestimento argamassado.

3.3.4 Revestimento Argamassado

As avaliações realizadas no sistema de revestimento argamassado tanto o acompanhamento das fissurações quanto a resistência de aderência à tração estão descritas nos itens abaixo.

3.3.4.1 Acompanhamento de fissuração

Foi acompanhada a fissuração através do método de Silva e Bauer (2008), a evolução da quantidade de fissuras nos revestimentos argamassados. A verificação foi realizada de sete em sete dias até a idade de cura equivalente a 28 dias para cada sistema de revestimento utilizado nesta pesquisa. Assim verificamos que a argamassa utilizada apresentou ausência de fissuras no sistema de revestimento argamassado, conforme apresentado na Figura 20.

Figura 20: Parede sem fissuração



Fonte: Elaborado pelo Autor

3.3.4.2 Resistência de aderência à tração

Em cada um dos sistemas de revestimento argamassado foi realizado o ensaio de resistência de aderência à tração, executado conforme as especificações da NBR 13528 (ANBT, 2019). Os experimentos foram executados aos 28 dias de cura dos revestimentos, contados a partir da aplicação da argamassa ao substrato. Para a realização dos ensaios, os revestimentos receberam 12 cortes circulares na parte sem chapisco e 12 cortes circulares na parte com chapisco, no total de 24 furos em cada face e totalizando 144 testemunhos que foram distribuídos de forma aleatória. O arranjo final pode ser visto na Figura 21.

Figura 21: Arranjo da furação e pastilhas coladas



Fonte: Elaborado pelo Autor

3.4 ANÁLISE E TRATAMENTO DE DADOS

Os dados obtidos no ensaio de resistência de aderência à tração foram tratados utilizando o Excel, *software* de edição de planilhas.

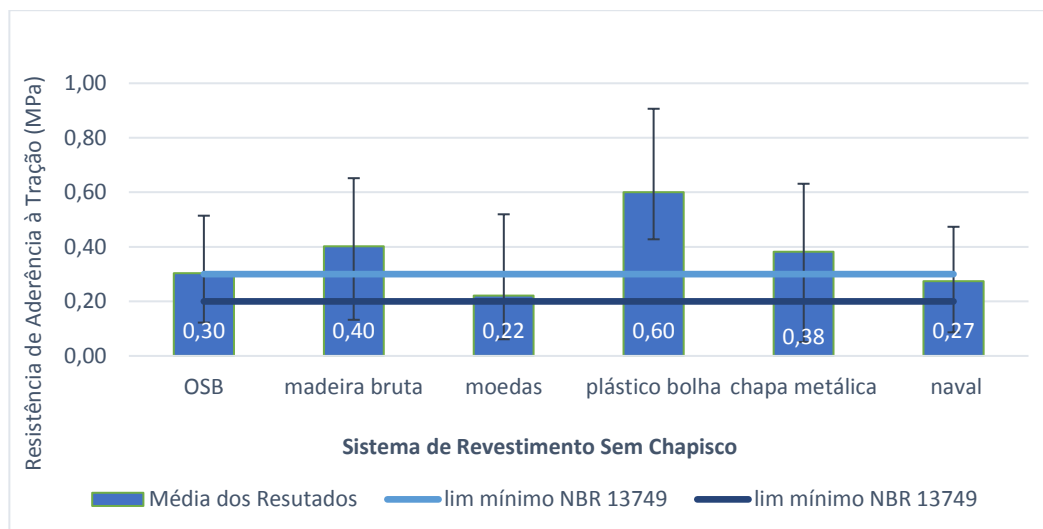
4. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesse capítulo estão apresentados os resultados de resistência de aderência à tração e analisados. De maneira geral estão apresentados primeiramente os resultados dos sistemas de revestimento que não possuem o chapisco, seguido pelos sistemas de revestimentos que possuem o chapisco e por fim uma avaliação global.

4.1 Sistemas de revestimento sem a utilização do chapisco

A Figura 22 apresenta os valores da resistência de aderência à tração média resultantes do ensaio de aderência do sistema de revestimento sem chapisco, nela podemos observar as linhas que representam os valores mínimos aceitos de aderência do revestimento, conforme NBR 13749 (ABNT, 2013), sendo que para os ambientes internos e externos são de 0,2 MPa e 0,3 MPa respectivamente.

Figura 22: Sistema de revestimento sem chapisco

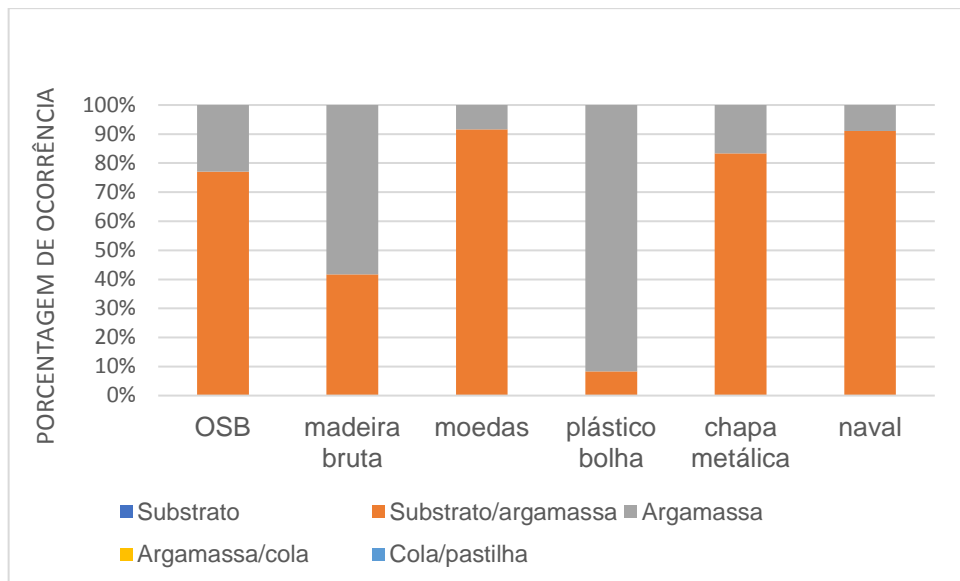


Fonte: Elaborado pelo Autor

Podemos analisar que os resultados obtidos sem a utilização de chapisco estão adequados para as situações internas, já para o ambiente externo também houve aprovação, exceto para o substrato que foi empregada a chapa de compensado naval e a chapa emborrachada formato moeda, ficando abaixo do valor mínimo exigido pela Norma. Vemos que o melhor resultado de aderência foi obtido no substrato que foi utilizado o plástico bolha, que foi de 0,60 MPa e a pior aderência,

com 0,22 MPa foi no substrato formato moedas, apresentando uma diferença de 84% entre eles. Stolz (2011) obteve em seu estudo piloto o melhor resultado de aderência a tração na chapa em formato de grãos de arroz alinhados, que se assemelha com a chapa metálica empregada nesta pesquisa que apresentou um bom desempenho. Veiga (2003) salienta que fôrmas muito lisas e impermeáveis acabam proporcionando problemas de aderência, de outro lado os substratos que apresentam superfície texturizada proporcionam melhores condições de aderência. Nesta pesquisa a amostra que possui uma forma mais lisa nesta pesquisa, é o compensado naval, seguido pelo compensado de OSB e da madeira bruta, e de maneira geral entre eles o compensado naval se destacou com a menor resistência de aderência. Por outro lado, entre as superfícies texturizadas o menor desempenho foi para a superfície com o formato de moedas. Os valores utilizados para os cálculos dos ensaios nos revestimentos sem chapisco estão presentes no Apêndice H.

Figura 23: Ruptura do revestimento sem chapisco

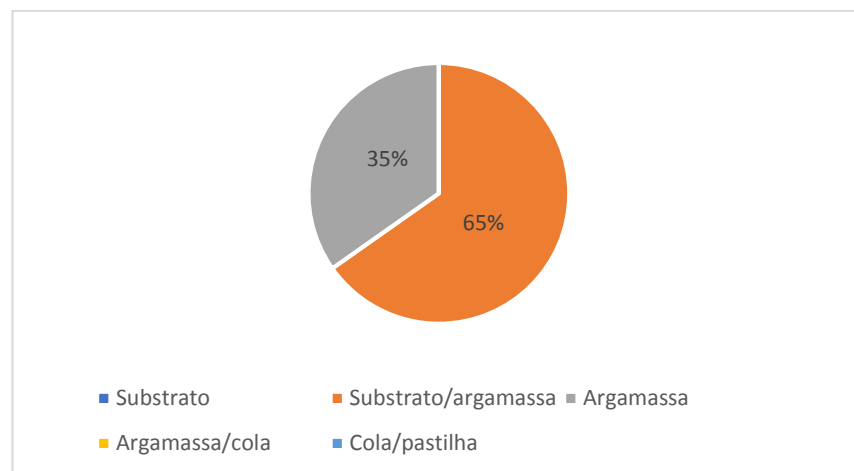


Fonte: Elaborado pelo Autor

Na Figura 23 podemos observar a distribuição da forma de ruptura de cada sistema de revestimento, nota-se o grande desempenho no revestimento no qual foi utilizado o plástico bolha, onde obteve-se maior incidência de ruptura na argamassa, com mais de 90%, seguida pela madeira bruta com 58%, assim conforme apresentado na Figura 22 e 23, podemos observar que o sistema que se obteve maior resistência de aderência à tração foi onde a forma de ruptura ocorreu na argamassa.

Conforme apresentado na Figura 24 podemos ver o percentual global do perfil de ruptura dos sistemas de revestimento empregados nesta pesquisa. Assim, podemos observar que houve maior incidência de ruptura com 65% no substrato/argamassa, caracterizada como perfil de ruptura B, e 35% ocorreu na argamassa, no perfil de ruptura C. Stolz (2011), ao estudar os substratos de concreto sem a utilização de chapisco obteve predominância de ruptura na interface substrato/argamassa, o que justifica os resultados encontrados nesta pesquisa.

Figura 24: Perfil de ruptura do sistema de revestimento sem chapisco



Fonte: Elaborado pelo Autor

A Tabela 6 apresenta a análise de variância entre os valores de resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimentos de argamassas sem chapisco.

Tabela 6 – Análise de variância (ANOVA) da resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimentos argamassados sem chapisco

Fonte	GDL	SQ	MQ	F	F crítico	Valor de P	Efeito significativo
Espessura	5	1,0802	0,2160	7,1016	2,3538	0,00002	S
Erro	66	2,0079	0,0304				

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

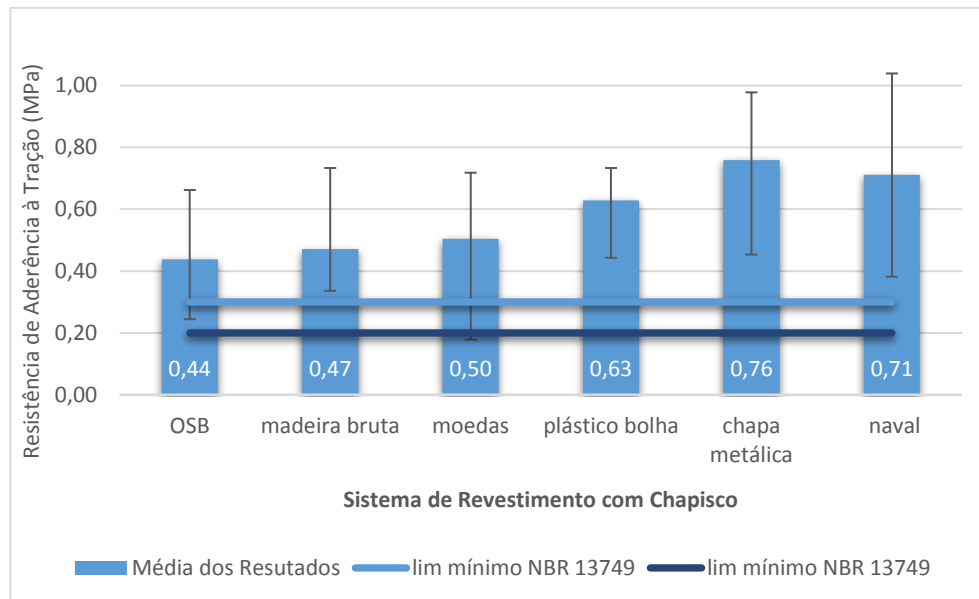
Fonte: Elaborado pelo Autor

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 da base influenciou para esta propriedade.

4.2 Sistemas de revestimento com a utilização do chapisco

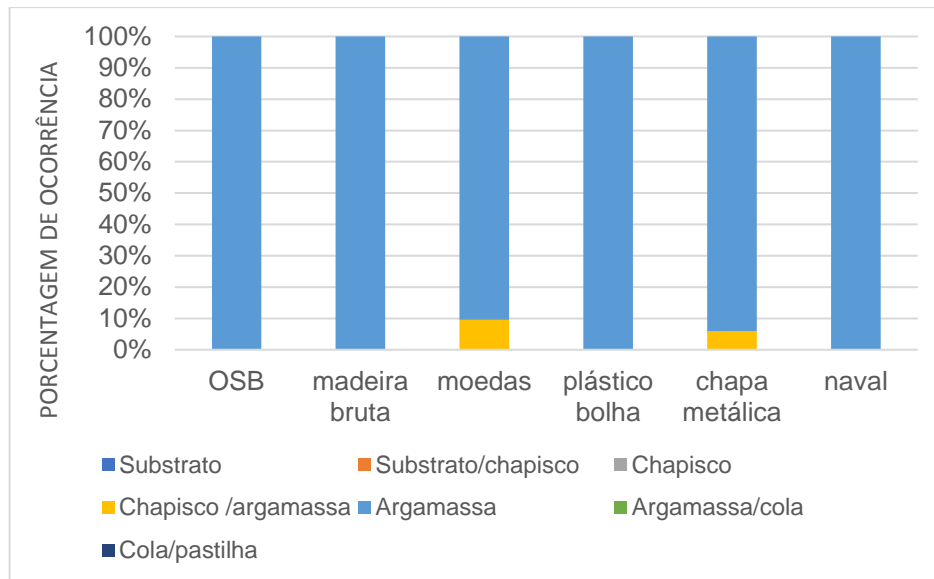
Para o sistema de revestimento com chapisco, conforme apresentado na Figura 25, obteve-se os valores de resistência de aderência à tração média, nela podemos observar que todos os sistemas estão satisfatórios, conforme as limitações que correspondem aos valores mínimos aceitos pela NBR 13749 (ABNT, 2013), para a aderência do revestimento tanto na parte externa, quanto para a interna. Sendo que o revestimento que obteve melhor aderência da argamassa, com 0,76 MPa, foi na base que se utilizou chapa metálica. Ruiduit (2009) salienta que a utilização do chapisco é de suma importância para substratos de concreto que recebem revestimento argamassado, pois causa um impacto direto no desempenho frente a aderência. Os valores utilizados para os cálculos dos ensaios nos revestimentos com chapisco estão presentes no Apêndice G.

Figura 25: Sistema de revestimento com chapisco



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 26: Ruptura do revestimento com chapisco

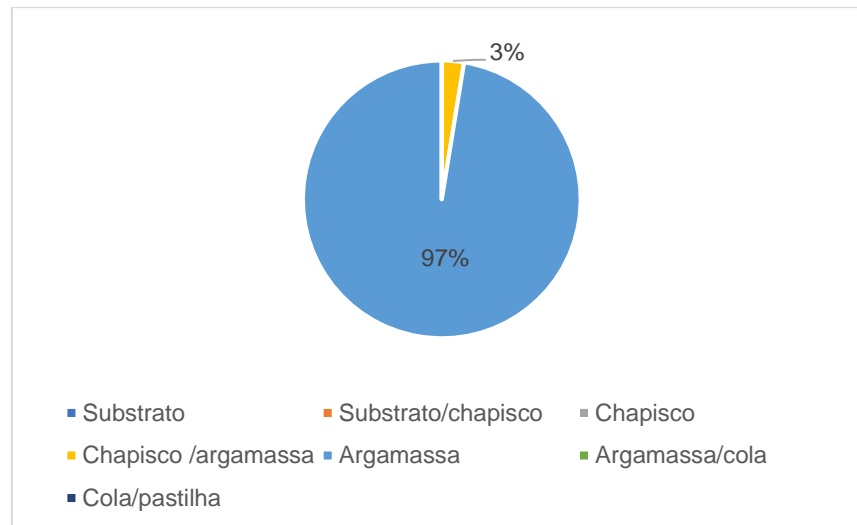


Fonte: Elaborado pelo Autor

Conforme apresentado na Figura 26, podemos ver o percentual de ruptura dos sistemas de revestimento aplicados nas bases utilizando o chapisco. Assim, podemos observar que houve maior predominância de ruptura na argamassa em todos os sistemas de revestimento empregados, o que condiz com os valores de resistência apresentados na Figura 25, consequência de uma boa aderência.

Para o sistema de argamassa de revestimento com chapisco, obteve-se o perfil de ruptura E, conforme apresentado na Figura 27, com 97%, que caracteriza uma ruptura na argamassa e 3% com o perfil de ruptura D, com a ruptura na interface chapisco/argamassa. Gasperin (2011) em seu estudo encontrou valores de 50% entre a interface chapisco/argamassa e 50% na interface chapisco, valores diferentes desta pesquisa. Por outro lado, Rudit (2009), ao estudar os substratos de concreto obteve maior predominância, com 59,5% de ocorrência de ruptura na interface argamassa, 29% na interface chapisco/argamassa, 9,5% na interface substrato/chapisco e 2% no chapisco, com uma tendência aos resultados encontrados nesta pesquisa. Cabe salientar que para nenhum dos autores, e nem para essa pesquisa houve uma ruptura substrato/chapisco.

Figura 27: Perfil de ruptura do revestimento com chapisco



Fonte: Elaborado pelo Autor

A Tabela 7 apresenta a análise de variância entre os valores de resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimentos de argamassas com chapisco.

Tabela 7 – Análise de variância (ANOVA) da resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimentos argamassados com chapisco

Fonte	GDL	SQ	MQ	F	F crítico	Valor de P	Efeito significativo
Espessura	5	1,0682	0,2136	10,9782	2,3538	1,029E-07	S
Erro	66	1,2844	0,0194				

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

Fonte: Elaborado pelo Autor

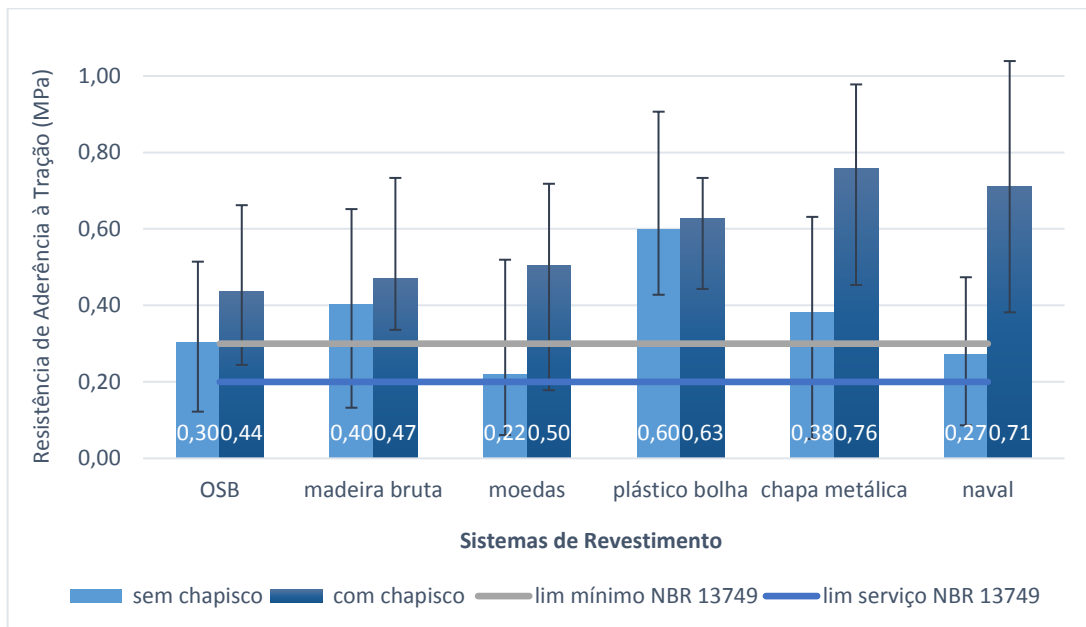
O resultado de análise de variância apresentou, para um nível de confiança de 95%, efeito significativo (valor de 'p' inferior a 0,05), ou seja, a superfície da base influenciou para esta propriedade.

4.3 Desempenho global dos sistemas de revestimentos argamassados

A Figura 28, apresenta os valores globais da resistência de aderência à tração média, bem como os limites previstos pela NBR 13749 (ABNT, 2013), dos diferentes sistemas de revestimentos empregados nesta pesquisa, assim podemos identificar que o substrato com formato do plástico bolha apresentou um desempenho muito parecido, tanto para o revestimento sem e com chapisco, apenas 8 % de diferença

entre eles. Ainda podemos observar que os revestimentos com a utilização do chapisco obtiveram melhores resultados de resistência de aderência em relação aos substratos sem o emprego do chapisco, no qual o sistema chapa metálica apresentou o melhor resultado, com 0,76 MPa, ou seja, o tratamento da base influenciou na aderência. Pretto (2007) em seu estudo piloto verificou que os tratamentos superficiais utilizados em sua pesquisa influenciaram no comportamento das argamassas, bem como a interação entre as camadas, influenciando nas formas de ruptura. Cabe salientar que a partir do uso do chapisco no sistema de revestimento, houve um comportamento linear da forma de ruptura, em função da interação entre a base/chapisco/argamassa estar de forma geral adequada. Stolz (2011) salienta que as fôrmas utilizadas no substrato contribuem para se obter as rugosidades superficiais. De maneira geral é possível identificar a influência da rugosidade superficial do concreto e do tratamento aplicado na base no desempenho do sistema de revestimento argamassado.

Figura 28: Desempenho global dos sistemas de revestimentos



Fonte: Elaborado pelo Autor

Na Figura 29, podemos observar que houve falha no substrato do plástico bolha que ficou com as cavidades fechadas, bem como uma má mistura do agregado miúdo da argamassa, isto acabou proporcionando uma menor resistência (0,23 MPa) para o

ensaio do resistência de aderência no sistema de revestimento sem o chapisco, e se desconsiderar este pondo e recalcular a média, chega-se em 0,63 MPa, a mesma resistência de aderência do sistema com chapisco para esta superfície. Scartezini (2002) salienta que através de um ponto frágil no sistema de revestimento pode contribuir para que haja falha na ancoragem entre a argamassa e o substrato.

Figura 29: Falha no substrato plástico bolha



Fonte: Elaborado pelo Autor

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo foi possível analisar e compreender o efeito da rugosidade superficial e do tratamento da base de concreto no sistema de revestimento argamassado, pois cada situação possibilita uma avaliação distinta frente a resistência de aderência à tração. A partir dos resultados dos ensaios de aderência notamos que há influência da textura da base de concreto, assim como o preparo da base através do chapisco para os sistemas de revestimentos empregados nesta pesquisa. De uma forma mais detalhada, se conclui que:

- **Com relação as tipologias das superfícies do concreto;**

Para os sistemas de revestimento sem a presença do chapisco ao substrato todos os sistemas de revestimentos estão aptos para serem utilizados para ambientes internos. Para o uso externo somente dois sistemas não atenderam, no qual foram utilizados a chapa de compensado naval e a chapa emborrachada formato moeda como fôrma, ficando abaixo do limite da normativa. O melhor desempenho frente a aderência foi do sistema de revestimento aplicado sobre a superfície deixada pelo plástico bolha. Em relação a forma de ruptura, os melhores resultados de aderência obtiveram a ruptura na sua maioria na argamassa, e quanto maior a ruptura na interface substrato/argamassa menor foi a capacidade de resistência de aderência do sistema de revestimento. A análise estatística demonstrou que há diferenças entre os sistemas de revestimentos, logo, há diferença entre as superfícies do concreto.

- **Com relação a utilização do chapisco sobre diferentes superfícies do concreto;**

Os sistemas de revestimento no qual se aplicou o chapisco ao substrato, obteve-se os melhores resultados frente a interação do concreto com a argamassa de revestimento. Este método construtivo superou a resistência mínima prescrita pela normativa para que seja aplicável tanto para ambientes internos, quanto para ambientes externos. O sistema de revestimento com maior resistência de aderência à tração foi o aplicado sobre a superfície deixada pelo chapa metálica. A forma de ruptura predominante foi na argamassa, demonstrando assim uma interação adequada entre os elementos do sistema de revestimento. A análise estatística demonstrou que há diferenças entre os sistemas de revestimentos.

- **Com relação da diferença entre os sistemas de revestimento argamassado com e sem a utilização do chapisco;**

Os sistemas de revestimento utilizando o chapisco apresentaram uma maior resistência de aderência à tração, demonstrando uma melhora nesta propriedade, e ainda é possível destacar que a forma de ruptura apresentou um comportamento mais estável diminuindo a variabilidade ao comparar com os sistemas de revestimento sem chapisco. Nota-se ainda que o sistema de revestimento sem chapisco no qual fora utilizado o plástico bolha como textura, obteve resistência de aderência similar ao sistema de revestimento com chapisco. Os sistemas de revestimento empregados nesta pesquisa, não apresentaram nenhuma fissuração, obtendo uma interação adequada com o ambiente e a base.

Para essa argamassa, esse concreto e essa aplicação, os resultados desta pesquisa demonstram que há possibilidade de realizar um sistema de revestimento argamassado aplicado diretamente na base de concreto, mas com cautela, pois de acordo com a textura da base poderá obter o sucesso ou o fracasso frente a resistência de aderência à tração. Desta forma, referente a aderência da argamassa de revestimento ao substrato de concreto, a textura superficial que foi utilizado o plástico bolha como forma apresentou um grande destaque nesta pesquisa, e que de modo geral o chapisco promove uma melhor interação entre a base a argamassa de revestimento de acordo com os resultados, com exceção ao sistema plástico bolha.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. L. **Efeito da medição de rugosidade na massa de padrões de massa classe F2a**. 2002. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Centro Técnico Científico da PUC, Pontifícia Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ALVES, N.J.D. **Avaliação dos aditivos incorporadores de ar em argamassa de revestimento**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2002, 174p.

ANTUNES, R. P. N. **Influência da reologia e da energia de impacto na resistência de aderência de revestimentos de argamassa**. 2005. 187p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

ASSAHI, P. **Sistema de Fôrma para Estrutura de Concreto**. 2011 Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_stp_135_861_18944.pdf. Acesso em novembro de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR NM 67. **Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

_____. NBR 5739. **Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018.

_____. NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

_____. NBR 8953. **Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência**. Rio de Janeiro, 2015.

_____. NBR 9778. **Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica**. Rio de Janeiro, 2009.

_____. NBR 9833. **Ar Concreto fresco – Determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar pelo método gravimétrico.** Rio de Janeiro, 2009.

_____. NBR 13276. **Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos –Determinação do índice de consistência.** Rio de Janeiro, 2016.

_____. NBR 13277. **Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água.** Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 13278. **Argamassa para assentamento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e teor de ar incorporado.** Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 13279. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.** Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 13280. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido.** Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 13281. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 13528. **Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência à tração.** Rio de Janeiro, 2019.

_____. NBR 13529. **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia.** Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 13749. **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação.** Rio de Janeiro, 2013.

_____. 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.

_____. NBR 15696. **Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.** Rio de Janeiro, 2009.

BAÍA, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimentos de argamassa.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2000. 82 p.

BAÍA, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa.** 4 ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008. 83p.

BAUER, E. **Revestimentos de argamassa – características e peculiaridades.** Brasília: LEM-UnB; Sinduscon, 2005. p. 58.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção.** 5ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

BREA, F. M. **Desenvolvimento de Formulações de Argamassa para Aplicação Manual.** In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS**, 3., 1999, Vitória, ES.

CALIL C. J.; Okimoto F.; STAMATO G.; Corrêa, PFISTER G. **Fôrmas de Madeira para Concreto Armado.** São Carlos. Universidade Federal de São Carlos, 1998.

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

CARASEK, H.; Cascudo, O.; Scartezini, L.M.B. **Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa.** IV Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas – IV SBTA. UnB/ANTAC. Brasília, 2001.

CARASEK, H.; Cascudo, O.; Jucá, T. **Estudo de casos de descolamento de**

revestimento de argamassa aplicado sobre estrutura de concreto. VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas - VI SBTA. Antac. Florianópolis. 2005.

CARASEK, H.; CASCUDO, O. **Descolamento de revestimentos de argamassa aplicados sobre estruturas de concreto – Estudos de casos brasileiros.** In: Congresso nacional de argamassas da construção, 2., 2007, Lisboa. Anais... Lisboa, 2007.

CASCUDO, O. – **O controle da corrosão de armaduras em concreto – Inspeção e técnicas eletroquímicas.** Pini. São Paulo, 1994.

CEOTTO, L. H.; Banduk, R. C.; Nakakura, E. H. **Recomendações técnicas habitare - volume 1, revestimentos de argamassas: boas práticas em projeto, execução e avaliação.** Porto Alegre, 2005.

CINCOTTO, M. A.; SILVA M. A. C.; CARAÉK H. **Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio.** IPT, n. 2378, 1995.

COSTA, F. N. **Processo de Produção de Revestimento de Fachada de Argamassa: Problemas e Oportunidades de Melhoria.** p. 180. Mestrado em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2005.

FILHO, H. R. **Avaliação dos requisitos normativos das argamassas industrializadas associados a critérios de emprego e utilização.** p. 268. Mestrado em Engenharia Civil – UnB, Brasília, 2013.

GALLEGOS, H. **Adhesión entre el mortero y las unidades de albañilería.** I Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. UFG/ANTAC. Goiania, 1995. p.117 – 133.

GASPERIN, J. **ADERÊNCIA DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA EM SUBSTRATO DE CONCRETO: INFLUÊNCIA DA FORMA DE APLICAÇÃO E COMPOSIÇÃO DO CHAPISCO.** p. 194. Mestrado em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2011.

GONÇALVES, S. R. de C. **Variabilidade e fatores de dispersão da resistência de aderência nos revestimentos em argamassa – Estudo de caso.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Estrutura e Construção Civil, Universidade de Brasília. Brasília. 2004.

KAZMIERCZAK, Claudio de Souza, et al. **Influência das características da base na resistência de aderência à tração e na distribuição de poros de uma argamassa.** Estudos Tecnológicos. v. 3. n. 1, p.47-58, jan./jun., 2007.

LODI, Victor Hugo. **Viabilidade Técnica e econômica do uso de areia de britagem em concretos de cimento Portland na região de Chapecó- SC.** 2006. 129 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

MEHTA, P. K., MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais.** 2ª Edição. São Paulo, 2008.

MEHTA, P. K., MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais.** 2ª Edição. São Paulo, 2014.

MOURA, C. B. **Aderência de revestimentos externos de argamassa em substratos de concreto: influência das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco.** p. 234. Mestrado em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2007.

MÜLLER, M.S.K.; BUCHER, H.R.E. **Argamassas industrializadas para revestimento de superfície e assentamento de alvenaria.** In: Argamassas industrializadas – Usos e desempenho, São Paulo, 1993. **Anais...** São Paulo, 1993.

NEVILLE, M. A. **Propriedades do concreto.** 5. ed. Porto Alegre. 2016. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582603666/>.

PAES, I. N. L. **Avaliação do Transporte de Água em Revestimentos de Argamassa nos Momentos Iniciais Pós-Aplicação**. 2004. 242 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Brasília, DF.

PAES, I. L.; Bauer, E.; Carasek, H. **Influência da estrutura de poros de argamassas mistas e de blocos de concreto e cerâmico no desempenho dos revestimentos**. Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas - VI SBTA. Antac. Florianópolis. 2005.

PALMA, E. S... **Metrologia**. Apostila. Mecatrônica. Engenharia Mecânica. PUC Minas. 2006. p. 110 a 121.

PAULO, R.S.V.M.N. **Caracterização de Argamassas Industriais**. 2006. 142 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Cerâmica e do Vidro) – Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

PEREIRA, M. S.; Barata, M.S.; Carneiro, A M.P. **Estudo da aderência das argamassas de chapisco em estrutura de concreto de alto desempenho utilizando copolímero vinil acetato etileno cloreno**. VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas - VI SBTA. Antac. Florianópolis. 2005.

PRETTO, M. E. J. **Influência da rugosidade gerada pelo tratamento superficial do substrato de concreto na aderência do revestimento de argamassa**. p. 273. Mestrado em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2007.

RECENA, F. A. P. **Conhecendo a Argamassa**. Porto Alegre. EDIPUCRS, 2008.

RIVERA, M. H.; MELO, M. E. R. **La rugosidad de las superficies: Topometría**. Revista Ingenierías, v.1, n. 11, 2001. Disponível em: <<http://ingenierias.uanl.mx/11/index.html>>. Acesso em novembro de 2020.

ROSA, L. C. **Acabamento de Superfícies – Rugosidade superficial**. Oficina mecânica para automação - UNESP, São Paulo, 2007.

RUDUIT, F. R. **Contribuição ao Estudo da Aderência de Revestimentos de Argamassa e Chapisco em Substrato de Concreto.** UFRGS. Porto Alegre, p. 175. 2009.

SANTOS, C. C. N. **Crítérios de projetabilidade para as argamassas industrializadas de revestimento utilizando bomba de argamassa com eixo helicoidal.** Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Programa de pós-graduação em Estrutura e Construção Civil, Universidade de Brasília. Brasília. 2003.

SATO, N. M. N. **Análise da porosidade e das propriedades de transporte de massa de concretos com vistas à avaliação de suas durabilidades.** Tese de Doutorado. São Paulo, 1998.

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

SCARTEZINI, L. M.; CARASEK, H. **Fatores que exercem influência na resistência de aderência à tração dos revestimentos de argamassas.** In: Simpósio brasileiro de tecnologia das argamassas, 5, 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: SBTA, 2003.

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

SILVA, M. D. da. **Estudo comparativo entre a utilização dos concretos convencional e leve nos elementos horizontais das estruturas de edifícios.** p. 165. Mestrado em Engenharia de Estruturas – UFMG, Belo Horizonte, 2003.

SILVA, N.G.; BUEST, G.; CAMPITELI, V.C. **Argamassas com areia britada: influência dos finos e da forma das partículas.** In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, VI, Florianópolis: 2006.

SILVA, N. G. **Avaliação da retração e da fissuração em revestimento de argamassa na fase plástica.** 2011. Dissertação (Doutorado em Engenharia/Construção Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SILVA, I. J. **Contribuição ao estudo dos concretos de elevado desempenho: propriedades mecânicas, durabilidade e microestrutura.** Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais – USP, São Carlos, 2000.

STOLZ, C. M. **Influência da interação entre os parâmetros reológicos de argamassas e a área potencial de contato de substratos na aderência de argamassas de revestimento.** p. 213. Mestrado em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2011.

STOLZ, C. M. (STOLZ, 2015) **Análise dos principais parâmetros que influenciam na área de contato substrato/argamassa de revestimento.** p. 206. Doutorado em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2015

SOUSA, J. G. G. **Contribuição ao Estudo das Propriedades das Argamassas de Revestimentos no Estado Fresco.** 2005. 233p. Tese de Doutorado, Publicação E.TD 010/05, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

TRONCO, H., MASUERO, A. B. **Resistência de aderência à tração de revestimentos de argamassas.** In: Salão de iniciação científica, Porto Alegre, 2007.

TUSSET, C. **Avaliação de desempenho de revestimento externo de argamassa quanto à permeabilidade e resistência à aderência: estudo de caso.** p. 67. Graduação em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2010.

TRISTÃO, F. A. **Influência da composição granulométrica da areia nas propriedades das argamassas de revestimento.** Florianópolis, 1995. 197p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

VEIGA, M. R. **Comportamento de Argamassas de Revestimento de Paredes.** Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas - V SBTA. ANTAC. São Paulo. 2003.

ZANELATTO, K. C. **Avaliação da Influência da Técnica de Execução no Comportamento dos Revestimentos de Argamassa Aplicados Com Projeção Mecânica Continua.** 122 f. São Paulo, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ANEXOS

ANEXO A – ANÁLISE DO CIMENTO

Figura 30 - Relatório de ensaios de cimento.



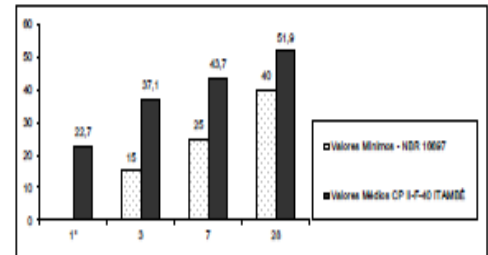
TIPO / CLASSE : CP II-F-40

RELATÓRIO DE ENSAIOS DE CIMENTO

PERÍODO : fev/21
meses: 31/03/21

Data	Químicos										Físicos										
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Perda Fogo	CaO Livre	Resid. Insol.	Equiv. Alcal.	Exp. Quente	Tempo de Pega		Cons. Normal	Blaine	# 200	# 325	Resistência à Compressão			
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	mm	min	min	%	cm ² /g	%	%	1 dia	3 dias	7 dias	28 dias
02	4,14	18,21	2,86	61,05	2,92	2,89	5,98	1,93	1,07	0,62	1,00	185	225	30,1	4.500	0,02	0,20	23,5	37,6	44,1	52,5
04	4,22	18,55	2,80	60,08	3,08	2,86	5,96	1,85	1,10	0,62	0,00	180	210	30,0	4.550	0,04	0,20	22,4	37,2	43,5	52,7
08	4,20	18,37	2,91	61,15	3,51	2,83	5,99	1,99	1,01	0,60	0,00	185	240	29,8	4.440	0,01	0,20	22,9	37,7	43,2	52,7
10	4,19	18,52	2,88	61,15	3,31	2,92	5,87	1,46	1,07	0,62	0,00	180	240	29,9	4.480	0,01	0,20	22,6	37,0	43,6	51,9
12	4,19	18,15	2,85	61,00	3,85	2,82	5,95	1,18	0,85	0,65	0,00	180	240	30,0	4.530	0,01	0,20	23,7	36,9	43,5	51,5
17	4,19	17,91	2,83	61,33	3,77	2,84	6,07	1,37	1,38	0,64	0,00	170	225	30,2	4.410	0,04	0,50	22,0	37,1	43,2	51,4
19	4,11	17,07	2,84	61,63	3,35	2,91	6,07	1,21	1,06	0,65	0,00	180	240	30,2	4.480	0,10	0,30	22,3	36,8	43,5	51,6
23	4,00	17,83	2,74	61,56	3,59	2,83	5,99	0,98	0,98	0,56	1,00	180	240	30,1	4.420	0,02	0,20	22,1	36,4	44,0	51,7
25	4,14	18,00	2,71	61,56	3,78	2,86	6,06	1,37	1,42	0,59	0,50	180	240	29,8	4.430	0,04	0,20	23,2	37,3	44,8	51,3
Média	4,15	18,17	2,82	61,17	3,56	2,86	5,99	1,48	1,10	0,62	0,28	176	233	30,0	4.469	0,03	0,24	22,7	37,1	43,7	51,3
Sd	0,07	0,26	0,06	0,47	0,33	0,04	0,07	0,36	0,18	0,03	0,44	8	11	0,2	49,61	0,03	0,10	0,6	0,4	0,5	0,6
Min	4,00	17,83	2,71	60,08	2,92	2,82	5,87	0,98	0,85	0,56	0,00	160	210	29,8	4.410	0,01	0,20	22,0	36,4	43,2	51,3
Max	4,22	18,55	2,91	61,63	3,98	2,92	6,07	1,99	1,42	0,65	1,00	185	240	30,2	4.550	0,10	0,50	23,7	37,7	44,8	52,7

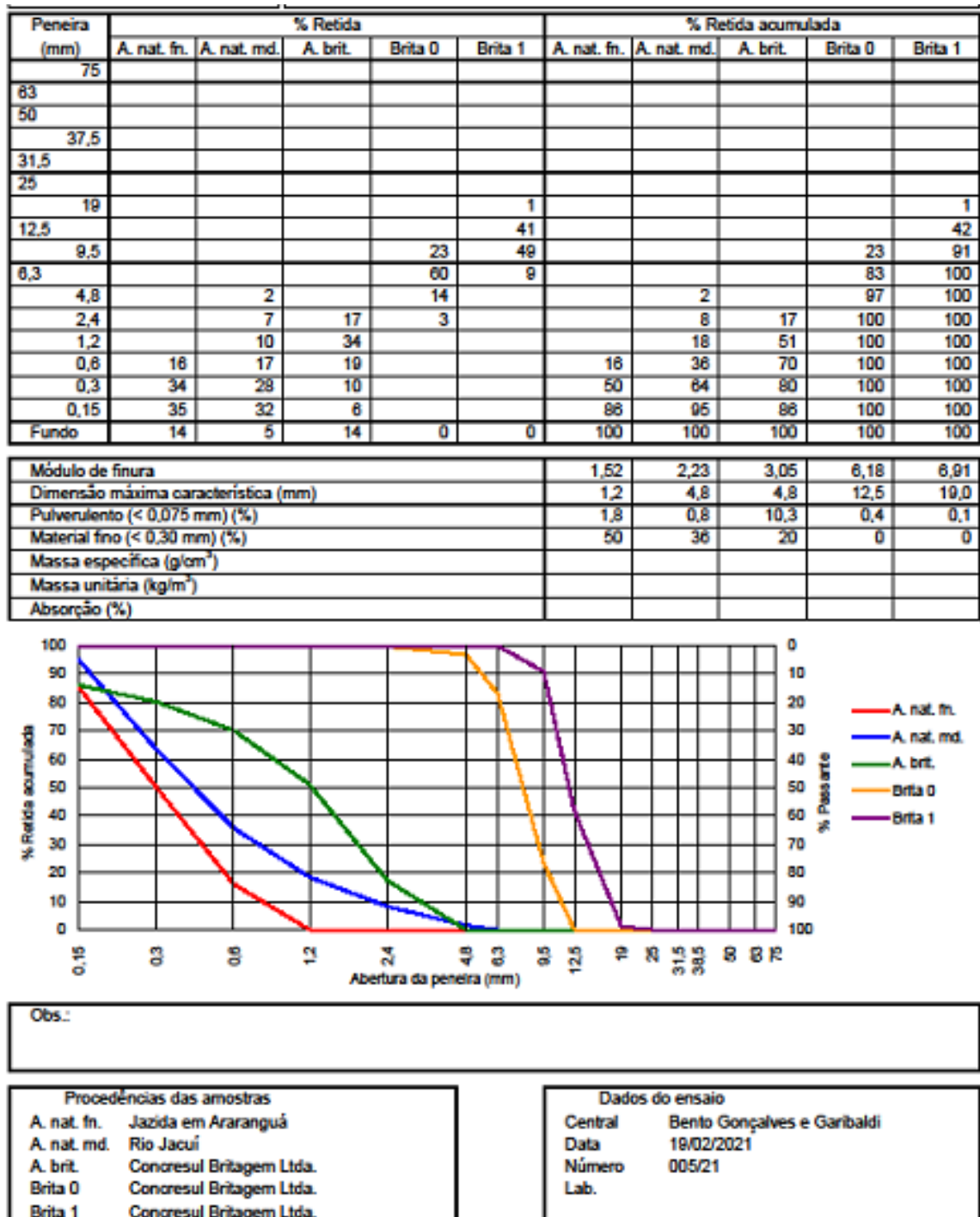
Obs.: A Norma da ABNT não prevê a determinação da Resistência à Compressão a um dia para o CP II-F-40.
A massa específica média do CP II-F-40 ITAMBÉ é 3,04 g/cm³ (NBR 16605).
As datas do relatório se referem ao dia de expedição do cimento.



Fonte: Itambé (2021)

ANEXO B – ANÁLISE DOS AGREGADOS UTILIZADOS NA ARGAMASSA E NO CONCRETO

Figura 31 - Relatório análise agregados utilizados na argamassa e no concreto.



Fonte: Concreteira (2021)

APÊNDICES

APÊNDICE A – ABSORÇÃO DE ÁGUA, ÍNDICE DE VAZIOS E MASSA ESPECÍFICA REAL DO CONCRETO.

Tabela 8 - Absorção de água, índice de vazios e massa específica do concreto de 30MPa.

	ABSORÇÃO DE ÁGUA TOTAL			
	CP1	CP2	CP3	média
massa seca	3206,09	3216,83	3187,34	3203,42
massa saturada	3504,05	3516,1	3483,35	3501,167
massa imersa	1983,7	1977,85	1957,13	1972,893
A= (msat - ms)/ms x100		9,29465	%	
	ÍNDICE DE VAZIOS			
	CP1	CP2	CP3	
	3206,09	3216,83	3187,34	3203,42
	3504,05	3516,1	3483,35	3501,167
	1983,7	1977,85	1957,13	1972,893
lv= (msat-ms/msat-mi)*100		19,48255	%	
	MASSA ESPECÍFICA REAL			
fr= ms/ms-mi		2,29093	g/cm ³	

APÊNDICE B – DENSIDADE DE MASSA DO CHAPISCO E DO REVESTIMENTO

Tabela 9 – Densidade de massa do chapisco

DENSIDADE DE MASSA		
mc	749,79	
mv	272,62	
vr	398,12	
d	1198,558	kg/m ³

Tabela 10 – Densidade de massa do revestimento

DENSIDADE DE MASSA		
mc	681,67	
mv	272,62	
vr	398,12	
d	1027,454	kg/m ³

APÊNDICE C – DENSIDADE DE MASSA APARENTE NO ESTADO ENDURECIDO.

Tabela 11 – Densidade de massa aparente no estado endurecido do chapisco

DENSIDADE DE MASSA NO ESTADO ENDURECIDO										
CP1				CP2				CP3		
	l	h	c	l	h	c	l	h	c	
	39,92	40,23		39,34	41,08		39,81	39,66		
	40,08	40,81		39,46	40,43		39,96	40,78		
	40,17	41,3		39,72	40,22		39,83	41,06		
média	40,0567	40,78	159,65	39,51	40,577	160,56	39,87	40,5	159,2	
massa	458,3	g			454,46			450,6	g	
méd. m	454,453	g								
média l	39,81		Volume			Densidade				
média h	40,6189		258403	mm ³		1758,7	Kg/m ³			
média c	159,8		258,4	cm ³						

Tabela 12 – Densidade de massa aparente no estado endurecido do revestimento

DENSIDADE DE MASSA NO ESTADO ENDURECIDO										
CP1				CP2				CP3		
	l	h	c	l	h	c	l	h	c	
	40,78	40,29		40,78	40,18		40,58	42,34		
	40,68	40,16		40,55	40,16		40,55	40,76		
	40,72	40,31		40,93	40,03		41,12	40,01		
média	40,7267	40,2533	160,19	40,75	40,123	160	40,75	41,04	160,7	
massa	414,29	g			412,84			413,7	g	
méd. m	413,593	g								
média l	40,7433		Volume			Densidade				
média h	40,4711		264433	mm ³		1564	Kg/m ³			
média c	160,367		264,43	cm ³						

APÊNDICE D – ENSAIO DE TRAÇÃO NA FLEXÃO E COMPRESSÃO DO CHAPISCO E REVESTIMENTO.

Tabela 13 – Ensaio de tração na flexão e compressão do chapisco

ENSAIO DE TRAÇÃO NA FLEXÃO DO CHAPISCO							
	CP1	CP2	CP3	Média			
Força (N)	1179	1411	1310	1300			
$R_f=(1,5F_f*L)/40^3$		Rf	3,046875	Mpa			
COMPRESSÃO							
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Média
Força (N)	14840	13015	14364	14586	12875	13420	13850
$R_c= F_c/1600$		Rc	8,65625	Mpa			

Tabela 14 – Ensaio de tração na flexão e compressão do revestimento

ENSAIO DE TRAÇÃO NA FLEXÃO DO REVESTIMENTO							
	CP1	CP2	CP3	Média			
Força (N)	287	826	748	787			
$R_f=(1,5F_f*L)/40^3$		Rf	1,844531	Mpa			
COMPRESSÃO							
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	Média
Força (N)	13513	9913,4	10814	7907,7	8416,3	10112,88	
$R_c= F_c/1600$		Rc	6,32055	Mpa			

APÊNDICE E – ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE E COEFICIENTE DE CAPILARIDADE DO CHAPISCO E REVESTIMENTO.

Tabela 15 – Absorção de água por capilaridade e coeficiente de capilaridade do chapisco

	ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE				média
	CP1	CP2	CP3		
massa seca	458,3	454,46	450,6		454,4533
massa 10 min	460,87	456,88	453,35		457,0333
massa 90 min	462,72	458,07	455,51		458,7667
At=(mt- m0)/16		At 10 min	0,16125	g/cm ²	
		At 90 min	0,269583	g/cm ²	
	COEFICIENTE DE CAPILARIDADE				
C= (m90 - m10)		C	1,733333	g/dm ² .min ^{1/2}	

Tabela 16 – Absorção de água por capilaridade e coeficiente de capilaridade do revestimento

	ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE				média
	CP1	CP2	CP3		
massa seca	414,29	412,84	413,65		413,5933
massa 10 min	416,5	415,53	416,28		416,1033
massa 90 min	419,04	418,54	419,28		418,9533
At=(mt- m0)/16		At 10 min	0,156875	g/cm ²	
		At 90 min	0,335	g/cm ²	
	COEFICIENTE DE CAPILARIDADE				
C= (m90 - m10)		C	2,85	g/dm ² .min ^{1/2}	

APÊNDICE F – ABSORÇÃO DE ÁGUA TOTAL, ÍNDICE DE VAZIOS E MASSA ESPECÍFICA REAL DO CHAPISCO E REVESTIMENTO.

Tabela 17 – Absorção de água total, índice de vazios e massa específica real do chapisco

	ABSORÇÃO DE ÁGUA TOTAL			
	CP1	CP2	CP3	média
massa seca	444,01	438,8	437,23	440,0133
massa saturada	519,21	525,58	519,01	521,2667
massa imersa	264,78	267,71	265,89	266,1267
A= (msat - ms)/ms x100		18,46611	%	
	ÍNDICE DE VAZIOS			
	CP1	CP2	CP3	
	444,01	438,8	437,23	440,0133
	519,21	525,58	519,01	521,2667
	264,78	267,71	265,89	266,1267
lv= (msat-ms/msat-mi)*100		31,84657	%	
	MASSA ESPECÍFICA REAL			
fr= ms/ms-mi		2,043061	g/cm ³	

Tabela 18 – Absorção de água total, índice de vazios e massa específica real do revestimento

	ABSORÇÃO DE ÁGUA TOTAL			
	CP1	CP2	CP3	média
Massa seca	407,11	406,21	407,02	406,78
massa saturada	497,5	497,4	496,99	497,2967
massa imersa	237,6	237,02	236,44	237,02
A= (msat - ms)/ms x100		22,252	%	
	ÍNDICE DE VAZIOS			
	CP1	CP2	CP3	
	407,11	406,21	407,02	406,78
	497,5	497,4	496,99	497,2967
	237,6	237,02	236,44	237,02
lv= (msat-ms/msat-mi)*100		34,7771	%	
	MASSA ESPECÍFICA REAL			
fr= ms/ms-mi		1,910646	g/cm ³	

APÊNDICE G – RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DO REVESTIMENTO COM CHAPISCO.

Tabela 19 – Sistema de revestimento OSB com chapisco

sistema de revestimento OSB com chapisco									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (externo)	Aprovado ou reprovado (interno)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA ITEM 10.1 da NBR 13528			
		D(mm)				E	100%		
1	0,72	50	0,37	APROVADO	APROVADO	E	100%		
2	0,79		0,40	APROVADO	APROVADO	E	100%		
3	0,82		0,42	APROVADO	APROVADO	E	100%		
4	1,07		0,54	APROVADO	APROVADO	E	100%		
5	1,30		0,66	APROVADO	APROVADO	E	100%		
6	1,22		0,62	APROVADO	APROVADO	E	100%		
7	0,53		0,27	REPROVADO	APROVADO	E	100%		
8	0,80		0,41	APROVADO	APROVADO	E	100%		
9	0,87		0,44	APROVADO	APROVADO	E	100%		
10	1,11		0,57	APROVADO	APROVADO	E	100%		
11	0,60		0,31	APROVADO	APROVADO	E	100%		
12	0,48		0,24	REPROVADO	APROVADO	E	100%		
MÉDIA	0,86		0,44	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			E

Tabela 20 – Sistema de revestimento madeira bruta com chapisco

sistema de revestimento madeira bruta com chapisco									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (externo)	Aprovado ou reprovado (interno)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA ITEM 10.1 da NBR 13528			
		D(mm)				E	100%		
1	1,44	50	0,73	APROVADO	APROVADO	E	100%		
2	0,68		0,35	APROVADO	APROVADO	E	100%		
3	1,06		0,54	APROVADO	APROVADO	E	100%		
4	0,85		0,43	APROVADO	APROVADO	E	100%		
5	1,44		0,73	APROVADO	APROVADO	E	100%		
6	0,84		0,43	APROVADO	APROVADO	E	100%		
7	0,81		0,41	APROVADO	APROVADO	E	100%		
8	0,66		0,34	APROVADO	APROVADO	E	100%		
9	0,89		0,45	APROVADO	APROVADO	E	100%		
10	0,93		0,47	APROVADO	APROVADO	E	100%		
11	0,68		0,35	APROVADO	APROVADO	E	100%		
12	0,82		0,42	APROVADO	APROVADO	E	100%		
MÉDIA	0,93		0,47	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			E

Tabela 21 – Sistema de revestimento formato moeda com chapisco

sistema de revestimento formato moeda com chapisco									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (externo)	Aprovado ou reprovado (interno)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA ITEM 10.1 da NBR 13528			
		D(mm)				E	D	15%	
1	1,07	50	0,54	APROVADO	APROVADO	E	85%	D	15%
2	1,41		0,72	APROVADO	APROVADO	E	100%		
3	1,05		0,53	APROVADO	APROVADO	E	100%		
4	0,87		0,44	APROVADO	APROVADO	E	100%		
5	1,09		0,56	APROVADO	APROVADO	E	100%		
6	1,00		0,51	APROVADO	APROVADO	E	100%		
7	1,10		0,56	APROVADO	APROVADO	E	100%		
8	1,25		0,64	APROVADO	APROVADO	E	100%		
9	0,85		0,43	APROVADO	APROVADO	E	100%		
10	0,97		0,49	APROVADO	APROVADO	E	100%		
11	0,35		0,18	REPROVADO	REPROVADO	D	100%		
12	0,87		0,44	APROVADO	APROVADO	E	100%		
MÉDIA	0,99		0,50	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			E

Tabela 22 – Sistema de revestimento plástico bolha com chapisco

sistema de revestimento plástico bolha com chapisco									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (externo)	Aprovado ou reprovado (interno)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA ITEM 10.1 da NBR 13528			
		D(mm)				E	D	15%	
1	1,37	50	0,70	APROVADO	APROVADO	E	100%		
2	1,33		0,68	APROVADO	APROVADO	E	100%		
3	1,38		0,70	APROVADO	APROVADO	E	100%		
4	1,26		0,64	APROVADO	APROVADO	E	100%		
5	1,36		0,69	APROVADO	APROVADO	E	100%		
6	1,44		0,73	APROVADO	APROVADO	E	100%		
7	1,15		0,59	APROVADO	APROVADO	E	100%		
8	1,21		0,62	APROVADO	APROVADO	E	100%		
9	0,94		0,48	APROVADO	APROVADO	E	100%		
10	1,22		0,62	APROVADO	APROVADO	E	100%		
11	0,87		0,44	APROVADO	APROVADO	E	100%		
12	1,27		0,65	APROVADO	APROVADO	E	100%		
MÉDIA	1,23		0,63	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			E

Tabela 23 – Sistema de revestimento chapa metálica com chapisco

sistema de revestimento chapa metálica com chapisco									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (externo)	Aprovado ou reprovado (interno)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA ITEM 10.1 da NBR 13528			
		D(mm)				E			
1	1,52	50	0,77	APROVADO	APROVADO	E	100%		
2	1,64		0,84	APROVADO	APROVADO	E	100%		
3	0,89		0,45	APROVADO	APROVADO	E	80%	D	20%
4	1,49		0,76	APROVADO	APROVADO	E	100%		
5	1,34		0,68	APROVADO	APROVADO	E	100%		
6	1,33		0,68	APROVADO	APROVADO	E	100%		
7	1,85		0,94	APROVADO	APROVADO	E	100%		
8	1,78		0,91	APROVADO	APROVADO	E	100%		
9	1,41		0,72	APROVADO	APROVADO	E	100%		
10	1,55		0,79	APROVADO	APROVADO	E	50%	D	50%
11	1,92		0,98	APROVADO	APROVADO	E	100%		
12	1,15		0,59	APROVADO	APROVADO	E	100%		
MÉDIA	1,49		0,76	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			E

Tabela 24 – Sistema de revestimento compensado naval com chapisco

sistema de revestimento compensado naval com chapisco									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (externo)	Aprovado ou reprovado (interno)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA ITEM 10.1 da NBR 13528			
		D(mm)				E			
1	1,85	50	0,94	APROVADO	APROVADO	E	100%		
2	1,49		0,76	APROVADO	APROVADO	E	100%		
3	1,13		0,58	APROVADO	APROVADO	E	100%		
4	1,30		0,66	APROVADO	APROVADO	E	100%		
5	2,04		1,04	APROVADO	APROVADO	E	100%		
6	1,23		0,63	APROVADO	APROVADO	E	100%		
7	1,28		0,65	APROVADO	APROVADO	E	100%		
8	0,75		0,38	APROVADO	APROVADO	E	100%		
9	1,56		0,79	APROVADO	APROVADO	E	100%		
10	1,42		0,72	APROVADO	APROVADO	E	100%		
11	1,64		0,84	APROVADO	APROVADO	E	100%		
12	1,06		0,54	APROVADO	APROVADO	E	100%		
MÉDIA	1,40		0,71	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			E

APÊNDICE H – RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DO REVESTIMENTO SEM CHAPISCO.

Tabela 25 – Sistema de revestimento OSB sem chapisco

sistema de revestimento OSB sem chapisco										
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES		TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (externo)	Aprovado ou reprovado (interno)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA ITEM 10.1 da NBR 13528			
		D(mm)					B		c	
1	0,67	50		0,34	APROVADO	APROVADO	B	70%	c	30%
2	0,40			0,20	REPROVADO	APROVADO	B	100%		
3	0,93			0,47	APROVADO	APROVADO	C	100%		
4	0,88			0,45	APROVADO	APROVADO	B	80%	C	20%
5	0,65			0,33	APROVADO	APROVADO	B	100%		
6	0,52			0,26	REPROVADO	APROVADO	B	100%		
7	0,10			0,05	REPROVADO	REPROVADO	B	75%	C	25%
8	0,49			0,25	REPROVADO	APROVADO	B	100%		
9	0,24			0,12	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
10	0,58			0,30	REPROVADO	APROVADO	B	100%		
11	1,01			0,51	APROVADO	APROVADO	C	100%		
12	0,67			0,34	APROVADO	APROVADO	B	100%		
MÉDIA	0,60		0,30	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			B	

Tabela 26 – Sistema de revestimento madeira bruta sem chapisco

sistema de revestimento madeira bruta sem chapisco										
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES		TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (externo)	Aprovado ou reprovado (interno)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA ITEM 10.1 da NBR 13528			
		D(mm)					B			
1	1,21	50		0,62	APROVADO	APROVADO	C	100%		
2	1,08			0,55	APROVADO	APROVADO	C	100%		
3	0,90			0,46	APROVADO	APROVADO	B	100%		
4	1,21			0,62	APROVADO	APROVADO	C	100%		
5	1,07			0,54	APROVADO	APROVADO	C	100%		
6	1,28			0,65	APROVADO	APROVADO	C	100%		
7	0,26			0,13	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
8	0,32			0,16	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
9	0,52			0,26	REPROVADO	APROVADO	C	100%		
10	0,35			0,18	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
11	0,36			0,18	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
12	0,92			0,47	APROVADO	APROVADO	C	100%		
MÉDIA	0,79		0,40	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			C	

Tabela 27 – Sistema de revestimento formato moeda sem chapisco

sistema de revestimento formato moeda sem chapisco									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (externo)	Aprovado ou reprovado (interno)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA ITEM 10.1 da NBR 13528			
		D(mm)							
1	0,53	50	0,27	REPROVADO	APROVADO	B	100%		
2	1,02		0,52	APROVADO	APROVADO	B	100%		
3	0,12		0,06	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
4	0,82		0,42	APROVADO	APROVADO	C	100%		
5	0,34		0,17	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
6	0,61		0,31	APROVADO	APROVADO	B	100%		
7	0,19		0,10	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
8	0,12		0,06	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
9	0,60		0,31	APROVADO	APROVADO	B	100%		
10	0,31		0,16	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
11	0,12		0,06	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
12	0,43		0,22	REPROVADO	APROVADO	B	100%		
MÉDIA	0,43		0,22	REPROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			B

Tabela 28 – Sistema de revestimento plástico bolha sem chapisco

sistema de revestimento plástico bolha sem chapisco									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (externo)	Aprovado ou reprovado (interno)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA ITEM 10.1 da NBR 13528			
		D(mm)							
1	1,78	50	0,91	APROVADO	APROVADO	C	100%		
2	1,62		0,83	APROVADO	APROVADO	C	100%		
3	0,53		0,27	REPROVADO	APROVADO	C	100%		
4	1,45		0,74	APROVADO	APROVADO	C	100%		
5	1,03		0,52	APROVADO	APROVADO	B	100%		
6	1,08		0,55	APROVADO	APROVADO	C	100%		
7	1,47		0,75	APROVADO	APROVADO	C	100%		
8	1,68		0,86	APROVADO	APROVADO	C	100%		
9	1,11		0,57	APROVADO	APROVADO	C	100%		
10	1,11		0,57	APROVADO	APROVADO	C	100%		
11	0,84		0,43	APROVADO	APROVADO	C	100%		
12	0,45		0,23	REPROVADO	APROVADO				
MÉDIA	1,18		0,60	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			C

Tabela 29 – Sistema de revestimento chapa metálica sem chapisco

sistema de revestimento chapa metálica sem chapisco									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (externo)	Aprovado ou reprovado (interno)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA ITEM 10.1 da NBR 13528			
		D(mm)							
1	0,49	50	0,25	REPROVADO	APROVADO	B	100%		
2	1,24		0,63	APROVADO	APROVADO	B	50%	C	50%
3	1,09		0,56	APROVADO	APROVADO	C	100%		
4	0,79		0,40	APROVADO	APROVADO	B	100%		
5	0,34		0,17	REPROVADO	REPROVADO	B	50%	C	50%
6	0,10		0,05	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
7	0,46		0,23	REPROVADO	APROVADO	B	100%		
8	0,96		0,49	APROVADO	APROVADO	B	100%		
9	0,33		0,17	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
10	0,92		0,47	APROVADO	APROVADO	B	100%		
11	1,18		0,60	APROVADO	APROVADO	B	100%		
12	1,10		0,56	APROVADO	APROVADO	B	100%		
MÉDIA	0,75		0,38	APROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			B

Tabela 30 – Sistema de revestimento compensado naval sem chapisco

sistema de revestimento compensado naval sem chapisco									
CP	FORÇA KN	DIMENSÕES	TENSÃO (MPa)	Aprovado ou reprovado (externo)	Aprovado ou reprovado (interno)	CLASSIFICAÇÃO DE FORMA DE RUPTURA ITEM 10.1 da NBR 13528			
		D(mm)							
1	0,54	50	0,28	REPROVADO	APROVADO	B	80%	C	20%
2	0,31		0,16	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
3	0,56		0,29	REPROVADO	APROVADO	B	20%	C	80%
4	0,26		0,13	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
5	0,17		0,09	REPROVADO	REPROVADO	B	100%		
6	0,66		0,34	APROVADO	APROVADO	B	90%		
7	0,49		0,25	REPROVADO	APROVADO	B	100%		
8	0,93		0,47	APROVADO	APROVADO	B	100%		
9	0,81		0,41	APROVADO	APROVADO	B	90%		
10	0,67		0,34	APROVADO	APROVADO	B	90%		
11	0,53		0,27	REPROVADO	APROVADO	B	50%		
12	0,52		0,26	REPROVADO	APROVADO	B	100%		
MÉDIA	0,54		0,27	REPROVADO	APROVADO	PERFIL DE RUP. CARAC.			B