

FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

BRUNO CUNHA BLANCO

MATRÍCULA: 21112978

**ESTUDO DE ARGAMASSAS MODIFICADAS COM
POLÍMERO ACRÍLICO**

Brasília
2014

BRUNO CUNHA BLANCO

**ESTUDO DE ARGAMASSAS MODIFICADAS COM POLÍMERO
ACRÍLICO**

Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB - Centro Universitário de Brasília

Orientador: Eng.º. Civil Jorge Antônio da Cunha Oliveira, D.Sc.

**Brasília
2014**

BRUNO CUNHA BLANCO

**ESTUDO DE ARGAMASSAS MODIFICADAS COM POLÍMERO
ACRÍLICO**

Trabalho de Curso (TC) apresentado
como um dos requisitos para a conclusão
do curso de Engenharia Civil do
UniCEUB - Centro Universitário de
Brasília

Orientador: Eng.º Civil Jorge Antônio
da Cunha Oliveira, D.Sc.

Brasília, 21 de Novembro de 2014.

Banca Examinadora

Eng.º Civil: Jorge Antônio da Cunha Oliveira, D.Sc.
Orientador

Eng.º Civil: Jocinez Nogueira Lima, M.Sc.
Examinador Interno

Eng.º Civil: Paul Alejandro Antezana Ledezma
Examinador Externo

RESUMO

As obras de engenharia civil da região utilizam bastante polímero nos traços de concreto e argamassa. Sendo estes para impermeabilizar, aumentar a resistência, ganhar produtividade devido o aumento da trabalhabilidade da massa e outras aplicações.

O trabalho em questão tem o intuito de avaliar o comportamento e as características sofridas pela argamassa, quando acrescida de um aditivo chamado IMPERFIX, de marca MONTEREY.

Foram aplicados dois teores desta substancia, comparando-as com a mesma argamassa sem modificações. Deste modo, pode-se ter uma noção dos ganhos de resistência à aderência a tração, das perdas de resistência à compressão, do aumento do da trabalhabilidade e da incorporação de ar entre várias outras.

Os ensaios foram realizados com base nas normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) vigentes no Brasil, respeitando todas as condições descritas, exceto uma, a idade dos ensaios foi aos 14 dias, não aos 28 como pede as normas. Foi adotada esta idade de 14 dias, devido esta apresentar cerca de 70% da resistência final, já possibilitando a comparação das argamassas.

Palavras chaves: polímero, argamassas, modificadas.

ABSTRACT

The civil engineering projects in the region using the traits quite polymer concrete and mortar. These being impermeable to increase strength, increase productivity due to increased workability of the mass and other applications.

The work in question is intended to evaluate the behavior and characteristics experienced by the mortar, when added to an additive called IMPERFIX, MONTEREY brand.

Two levels of this substance, comparing it with the same mortar no modifications were applied. Thus, one can get a sense of grip strength gains traction, the loss of compressive strength, increased workability and air entrainment among many others.

The tests were conducted under the rules of ABNT (Brazilian Association of Technical Standards) in force in Brazil, respecting all the conditions described, except one, the age of the trials was 14 days, not 28 like to ask norms. This age of 14 days was adopted since this provides about 70% of the ultimate strength, since the mortar enables the comparison.

Key words: polymer mortars modified.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	11
2 – OBJETIVOS.....	12
2.1 – OBJETIVOS GERAIS.....	12
2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 – CONCEITOS E CONSIDERAÇÕES.....	13
3.1.1- SUBSTRATO.....	14
3.1.2 – CHAPISCO.....	15
3.1.3 – CAMADAS DOS REVESTIMENTOS.....	15
3.2 – FUNÇÕES DO REVESTIMENTO DE ARGAMASSA.....	15
3.3 – PROPRIEDADES DA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO.....	16
3.3.1- PROPRIEDADES DA ARGAMASSA EM ESTADO FRESCO.....	17
3.3.1.1 - MASSA ESPECÍFICA E TEOR DE AR INCORPORADO.....	17
3.3.1.2 – TRABALHABILIDADE.....	18
3.3.1.3 – PLASTICIDADE E CONSISTÊNCIA.....	19
3.3.1.4 – RETENÇÃO DE ÁGUA.....	20
3.3.1.5 – ADERÊNCIA INICIAL.....	21
3.3.1.6 – RETRAÇÃO NA SECAGEM.....	23
3.3.2- PROPRIEDADES DA ARGAMASSA EM ESTADO ENDURECIDO.....	25

3.3.2.1 – ADERÊNCIA.....	26
3.3.2.2 – CAPACIDADE DE ABSORVER DEFORMAÇÕES.....	28
3.3.2.3 – PROPRIEDADES MECÂNICAS	30
3.3.2.4 – RETRAÇÃO.....	30
3.3.2.5 – PERMEABILIDADE	31
3.3.2.6 – DURABILIDADE	31
3.4 – MODIFICADORES DAS ARGAMASSAS E REVESTIMENTOS.....	32
3.4.1 – POLÍMERO COM FUNÇÃO ADESIVA.....	33
3.4.2 – PRINCÍPIO DE MODIFICAÇÃO DO LÁTEX PARA COMPÓSITOS DE CIMENTO.....	33
3.4.3- MODIFICADORES A BASE DE LÁTEX.....	34
3.4.4- PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS MODIFICADAS À BASE DE LÁTEX.....	35
4 – METODOLOGIA.....	36
4.1 – CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAS.....	37
4.1.1 – ARGAMASSA MULTIUSO.....	37
4.1.2 – POLÍMERO RESINA ACRÍLICA.....	41
4.2 – PREPARAÇÕES DOS SUBSTRATOS.....	43
4.3 – ARGAMASSAS MODIFICADAS.....	44
4.4 – PRODUÇÕES DAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO.....	44

4.5 – APLICAÇÕES DAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO.....	45
4.6 – CURA.....	46
4.7– ENSAIOS REALIZADOS	46
4.7.1– DETERMINAÇÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO.....	46
4.7.1.1 – EXECUÇÃO DO ENSAIO DE ACORDO COM A NBR 9778.....	47
4.7.2 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL DE COPROS-DE-PROVA CILÍNDRICOS (NBR 7222).....	48
4.7.2.1 - EXECUÇÃO DO ENSAIO DE ACORDO COM A NBR 7222.....	49
4.7.3 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO (NBR 13528).....	50
4.7.3.1 – APARELHAGEM/ MATERIAIS NECESSÁRIOS.....	51
4.7.3.2 – EXECUÇÃO DO ENSAIO.....	51
4.7.4 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (NBR 13279).....	53
4.7.4.1 – APARELHAGEM UTILIZADA	53
4.7.4.2 – EXECUÇÃO DO ENSAIO.....	53
5 – ANÁLISES DOS RESULTADOS	54
5.1 – TRABALHABILIDADE, CONSISTÊNCIA, RELAÇÃO DE ÁGUA E TEMPO DE SARRAFEAMENTO.....	54
5.2 – TEORES DE AR INCORPORADO.....	55
5.3 – RESISTÊNCIAS A ADERÊNCIA A TRAÇÃO.....	56

5.4 – RESISTÊNCIAS À COMPRESSÃO.....	60
5.5 – RESISTÊNCIAS À TRAÇÃO POR COMPRESSÃO.....	61
5.6 – ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO.....	63
6 – CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	64
6.1 – CONCLUSÃO.....	64
6.2 – SUJESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	65
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 - Propriedade das argamassas em estados frescos e endurecidos.....	16
Figura 3.2 – Perda da aderência por descontinuidade da argamassa.....	23
Figura 3.3 – Fissuração da argamassa por retração na secagem: argamassa forte x argamassa fraca.....	24
Figura 3.4 – Nível de exigência das propriedades do revestimento de argamassa.....	26
Figura 3.5 – Limites da resistência de aderência à tração.....	28
Figura 4.1 – Paredes de alvenaria 1,20x1,20m, metade chapiscada.....	43
Figura 4.2 – Argamassa aplicada esperando o sarrafeamento.....	45
Figura 4.3 – Ensaio a tração por compressão diametral.....	50
Figura 4.4 – Ensaio de resistência de aderência à tração.....	52
Figura 4.5 – Ensaio de resistência à compressão.....	54
Figura 5.1 – Corpos de provas com identificação dos teores dos polímeros.....	56
Figura 5.2 – Resistência a Aderência AR.....	57
Figura 5.3 – Resistência a Aderência ACR 0,6.....	58
Figura 5.4 – Resistência a Aderência ACR 1,0.....	59
Figura 5.5 – Resultados dos ensaios a compressão.....	61
Figura 5.6 – Resultados do ensaio a tração por compressão.....	62
Figura 5.7 – Resultados do ensaio de absorção de água por imersão.....	63

1 – INTRODUÇÃO

A utilização de materiais poliméricos na construção civil tem sido incrementado significativamente e sua utilização aumentado muito e em diferentes aplicações. No entanto, sua aplicação se dá com enfoque nos concretos e argamassas, destes, seus empregos são basicamente:

- Incorporação das argamassas e concretos;
- Materiais de reparos para solucionar problemas patológicos;
- Impermeabilizações;

Os sistemas de revestimentos modificados com polímeros são empregados em vários tipos de substratos, geralmente compostos a traços padrões de cimento, areia e cal, onde se adiciona o aditivo.

O trabalho em questão trata-se de uma comparação entre uma argamassa, com a mesma argamassa adicionada de dois teores de um aditivo de resina acrílica, denominado de Imperfix, e seu fabricante de Monterey.

São apresentados resultados elaborados a base de ensaios. Todos os ensaios foram feitos de acordo com as normas técnicas vinculadas a estes.

Decorrem-se no trabalho, várias características de argamassas. São relatados fatores que influenciam para variações de resultados e também teste que podem ser aplicados e executados para saber se a argamassa se encontra a ponto de aplicação.

Definem-se e observam-se as características das argamassas em estado fresco e endurecido, tais como:

- Teor de ar e massa específica adequada;
- Trabalhabilidade;
- Aderência e Aderência inicial;
- Retenção de água;
- Retração na secagem;

- Capacidade de absorver deformações;
- Resistência mecânica
- Durabilidade;

2 – OBJETIVOS

2.1 – OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho tem como propósito, avaliar o comportamento de uma argamassa multiuso de mercado, quando acrescida de duas quantidades distintas de um polímero acrílico, muito utilizado na construção civil da região, denominado de Imperfix e sua marca de Monterey. Estas quantidades são relacionadas com o mínimo e o máximo indicado pelo fabricante, nos quais correspondem de 0,3 a 0,5 litros do polímero pela área da superfície e pela sua espessura.

2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este trabalho adotou alguns critérios para avaliação destas argamassas, foram feitos vários ensaios normatizados e testes práticos, no intuito de avaliar:

1. Trabalhabilidade;
2. Consistência;
3. Tempo de sarrafeamento;
4. Retenção de água;
5. Relação de água para cara traço de argamassa;
6. Teor de ar incorporado;
7. Resistência à aderência à tração;
8. Resistência à compressão;
9. Resistência à tração por compressão diametral;
10. Absorção por imersão;
11. Influência do aditivo na argamassa considerando 2 (dois) tipos de substratos;

3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 – CONCEITOS E CONSIDERAÇÕES

Devido à busca pelo diferencial e qualidade dos empreendimentos, as empresas de engenharia buscam por qualificarem suas obras, buscando sempre melhoras contínuas com custos baixos.

O trabalho em questão, foca nos revestimentos de argamassa, muito utilizados, mas ainda verificam-se grandes falhas na execução, patologias e desperdício de materiais.

Segundo LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998), o edifício pode ser considerado um conjunto de elementos básicos: os que formam a estrutura, os que compõem a vedação exterior, os que subdividem o espaço interno e os que fazem parte dos sistemas prediais. Cada um desses elementos cumpre funções específicas e contribui para o comportamento final do conjunto.

O revestimento de argamassa pode ser uma das partes integrantes das vedações do edifício, que deve apresentar um conjunto de propriedades que permitam o cumprimento das suas funções, auxiliando a obtenção do adequado comportamento das vedações e, conseqüentemente, do edifício considerado como um todo. (LEONE, BOTTURA & SABBATINI, 1998).

OLIVEIRA (1999) descreve que as técnicas construtivas geralmente empregadas, na sua maioria, fazem uso de revestimentos sobre os panos de vedação. Estes sistemas de revestimento podem partir de concepções relativamente simples, esta como uma película de pintura, até sistemas significativamente complexos. Caso os sistemas construtivos não se utilizem dos revestimentos, os panos de vedação devem atender a totalidade das exigências do usuário quanto a segurança, estanqueidade, conforto térmico, acústico, tátil e de higiene, dentre outras englobando as funções dos revestimentos.

Um revestimento comum pode ser responsável por 50% do isolamento acústico, 30% do isolamento térmico e 70 a 100% responsável pela estanqueidade de uma vedação de

alvenarias comuns. Entretanto, deve-se salientar que a proteção dos revestimentos externos é apenas um dos aspectos a ser considerado para a estanqueidade à água. (PERES 1985).

CINCOTTO, SILVA & CARASEK (1995), apresentam alguns requisitos de desempenho atribuídos às paredes, são esse:

- Estabilidade mecânica quando solicitada por carregamento normal ou sofrer deformação imposta por fenômenos térmicos ou climáticos;
- Segurança em caso de incêndio ou outras solicitações excepcionais;
- Estanqueidade à água;
- Satisfação das exigências higrotérmicas e acústicas do usuário;
- Estética da edificação.

A NBR 7200/98 define como sistemas de revestimento de argamassa o “Recobrimento de uma superfície lisa ou áspera, com uma ou mais camadas superpostas de argamassa e espessura via de regra uniforme, apta a receber, sem danos, uma decoração final”. As camadas de constituição dos revestimentos são designadas emboço e reboco, podendo-se previamente, aplicar um suporte de revestimento ou uma camada de chapisco.

Os revestimentos à base de argamassa são aplicados em diversos tipos de substratos, variado-as de edificação para edificação. Os sistemas de revestimentos são constituídos em diversas partes, em que cada uma, cumpre um papel específico no desempenho do revestimento. São consideradas partes dos revestimentos o substrato, o chapisco e a camada de revestimento.

3.1.1- SUBSTRATO

Os substratos podem ser classificados levando-se em consideração os diversos aspectos: pela sua função dentro da estrutura (estrutural, vedação), pelo material que o constitui (concreto, cerâmico, etc.), ou pelas características superficiais (lisas, rugosas). Os substratos são considerados todas as superfícies sobre a qual são aplicadas a camada ou camadas de revestimento (CANDIA,1997).

Os substratos devem necessariamente apresentar maiores resistências mecânicas do que os revestimentos, por se constituírem no suporte destes e por terem a função de absorver todos os esforços atuantes na vedação (SABBATINI et al.; 1988).

3.1.2 – CHAPISCO

O chapisco é uma preparação do substrato que apresenta como funções principais: regularização da superfície, e da sua absorção e camada de ancoragem (aderência). A obrigatoriedade do uso de chapisco se dá quando existe limitação na capacidade de aderência e revestimentos sujeitos a ações de maior intensidade. (BAUER & CARASEK, 1998).

SELMO (1989) diz que a função principal do chapisco é proporcionar às demais camadas de revestimento uma ancoragem mecânica que permita uma perfeita aderência entre as camadas subsequentes, dessa forma o chapisco deve ter uma superfície do tipo áspera e irregular, com espessura variando entre 3 a 5 mm.

3.1.3 – CAMADAS DOS REVESTIMENTOS

Os sistemas de revestimentos podem ser constituídos por uma ou mais camadas, ou seja, por emboço, reboco e camada única. O emboço constitui-se na camada de massa grossa aplicada sobre um substrato já preparado e sua espessura varia de 15 e 25 mm. A camada do emboço destina-se muitas vezes a receber as camadas posteriores do revestimento, e para isso deve possuir uma porosidade e textura superficial compatível com a capacidade de aderência da camada de acabamento (NBR 7200/98).

O reboco é uma segunda camada do revestimento, utilizada para recobrimento do emboço, oferecendo uma superfície que permita receber outra camada ou possa constituir-se em decoração final. A NBR 7200/98 estabelece que o reboco deva ter uma espessura ≤ 5 mm. (OLIVEIRA, 1999).

3.2 – FUNÇÕES DO REVESTIMENTO DE ARGAMASSA

Segundo LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998), O revestimento de argamassa apresenta importantes funções que são genericamente:

- Proteger os elementos de vedação dos edifícios da ação direta dos agentes agressivos;
- Auxiliar as vedações no cumprimento das suas funções como, por exemplo, o isolamento termo-acústico e a estanqueidade à água e aos gases;
- Regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular e adequada ao recebimento de outros revestimentos ou constituir-se no acabamento final;
- Contribuir para a estética da fachada.

Faz-se importante frisar, que não é função da argamassa esconder erros de execução, ou seja, imperfeições grosserias na base. Este comportamento pode afetar no desempenho real das funções do revestimento.

3.3 – PROPRIEDADES DA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

Para que o revestimento de argamassa possa trabalhar de forma adequada, é necessário que ela possua propriedades específicas. Essas propriedades são relativas aos estados frescos e endurecidos.

A professora Maria Regina Costa Leggerini, da faculdade de arquitetura PUCRS, coloca as propriedades da argamassa, em seus respectivos estados, em uma tabela (Figura 3.1).

Figura 3.1 - Propriedade das argamassas em estados frescos e endurecidos

ESTADO FRESCO	ESTADO ENDURECIDO
Teor de ar e massa específica adequada	Aderência
Trabalhabilidade	Capacidade de absorver deformações
Aderência inicial	Resistência mecânica
Retenção de água	Resistência ao desgaste
Retração na secagem	Durabilidade

Fonte: (COSTA, 1998).

3.3.1- PROPRIEDADES DA ARGAMASSA EM ESTADO FRESCO

Os desempenhos dos sistemas de revestimentos dependem das propriedades das argamassas no estado fresco, ou seja, se a argamassa não apresentar trabalhabilidade adequada com fluidez necessária, não se obtém um sistema de revestimento adequado. Falhas na definição de argamassa ou dosagem que prejudiquem as propriedades no estado fresco podem gerar patologias ou deficiências no revestimento (OLIVEIRA, 1999).

3.3.1.1 - MASSA ESPECÍFICA E TEOR DE AR INCORPORADO

A massa específica é a relação entre a massa da argamassa e seu volume, podendo ser absoluta ou relativa. Na determinação da massa específica absoluta, não são considerados os vazios existentes no volume de argamassa. Já na relativa, também chamada massa unitária, consideram-se os vazios. A massa específica é imprescindível na dosagem das argamassas, para a conversão do traço em massa para traço em volume, que são comumente empregados na produção das argamassas em obra (LEONE, BOTTURA & SABBATINI, 1998).

Segundo LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998), o teor de ar é a quantidade de ar existente em certo volume de argamassa. À medida que cresce o teor de ar, a massa específica relativa da argamassa diminui.

As propriedades citadas acima interferem diretamente nas outras propriedades do estado fresco das argamassas. Como por exemplo, a trabalhabilidade, que é diretamente proporcional a estas, uma argamassa com menos massa específica e maior teor de ar, tem melhor trabalhabilidade.

O teor de ar da argamassa pode ser aumentado através dos aditivos incorporadores de ar. Mas o uso desses aditivos deve ser muito criterioso, pois pode interferir negativamente nas demais propriedades da argamassa. Um aumento do teor de ar incorporado pode prejudicar a resistência mecânica e a aderência da argamassa (LEONE, BOTTURA & SABBATINI, 1998).

3.3.1.2 – TRABALHABILIDADE

Segundo BAUER & CARASEK (1998), a trabalhabilidade é a habilidade da argamassa de fluir ou espalhar-se sobre a superfície do componente de alvenaria, por suas saliências, protuberâncias e fissuras, onde determina a intimidade do contato entre a argamassa e o substrato.

Trabalhabilidade é uma propriedade resultante de várias outras propriedades tais como: consistência, plasticidade, retenção de água, coesão e tixotropia. Acrescenta-se a estas propriedades outras como exudação, tempo de pega e adesão inicial (CINCOTTO, SILVA, CARASEK, 1995).

Para ROSELLO (1976), a argamassa tem boa trabalhabilidade quando:

- Tem consistência apropriada de forma tal que apresenta fácil espalhamento, preenchendo todas as reentrâncias da base ao ser assentada;
- Não endurecer em contato com as superfícies absorptivas, permanecendo plástica por tempo suficiente para que a operação seja completa;
- Não segregar ao ser transportada, nem “agarrar” à colher do pedreiro quando sendo aplicada;
- Não apresentar peso excessivo para evitar cansaço do pedreiro.

Para LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998), a argamassa é considerável trabalhável quando:

- Deixa penetrar facilmente a colher de pedreiro, sem ser fluida;
- Mantém-se coesa ao ser transportada, mas não adere à colher ao ser lançada;
- Distribui-se facilmente e preenche todas as reentrâncias da base;
- Não endurece rapidamente quando aplicada;

CARASEK & DJANIKIAN (1993) afirmaram que, geralmente, o único meio direto do qual o pedreiro dispõe para corrigir a trabalhabilidade da argamassa é alterar a quantidade

de água de amassamento, uma vez que as proporções dos componentes são pré-fixadas. Segundo os mesmos autores, quando o pedreiro faz o ajuste pela adição de mais ou menos água, primeiramente diz respeito à consistência, enquanto que, quando o pedreiro ajusta argamassa para sua consistência preferida, ele pode fazer um novo julgamento, expressando isto em palavras como “áspera”, “pobre”, “magra” (para características negativas) e “plástica” ou “macia” (para características positivas); ele então está falando de plasticidade.

3.3.1.3 – PLASTICIDADE E CONSISTÊNCIA

De acordo com BAUER & CARASEK (1998), define-se plasticidade como a propriedade que permite à argamassa deformar-se sem ruptura sob ação de forças superiores às que promovem a sua estabilidade, mantendo a forma adquirida. A plasticidade é influenciada pelo teor de ar incorporado, pelos tipos e quantidades de aglomerantes e agregados, pelo tempo e intensidade da mistura e pela presença de aditivos.

SELMO (1989) cita o trabalho de VARGAS & COMBA (1984), onde consideram que a plasticidade das argamassas é função do teor de finos com dimensão inferior a 0,07 mm, mas que também depende da consistência.

A consistência é a propriedade pela qual a argamassa tende a resistir às deformações que lhe são impostas (inverso da fluidez) decrescendo conforme seja seca, plástica ou fluída¹. A consistência é diretamente determinada pelo conteúdo de água, sendo influenciada pela relação água/aglomerante, relação aglomerante/areia, granulometria da areia e natureza e qualidade do aglomerante (OLIVEIRA 1999).

Em geral, as argamassas de consistência plástica a fluída podem manifestar a exsudação que é uma propriedade que interfere na trabalhabilidade, exigindo misturas frequentes para a homogeneização do material e pode interferir na capacidade de adesão da argamassa ao ser lançada no substrato (SELMO, 1989).

OLIVEIRA (1999) descreve que as propriedades de consistência e plasticidade são propriedades das argamassas no estado fresco e são fundamentais para as propriedades dos sistemas de revestimento, pois uma vez aplicadas de forma adequada ao substrato, é interessante que elas mudem radicalmente por perda de água por evaporação ou por perda de água para o substrato, para que as operações subsequentes possam ser realizadas. Disso advém o tempo de sarrafeamento, necessário para que se termine a execução do revestimento.

3.3.1.4 – RETENÇÃO DE ÁGUA

Conforme a norma NBR 13277, retenção de água define-se como a capacidade da argamassa em reter a água de amassamento quando em contato com uma superfície absorvente. Sob outro enfoque, é a capacidade da argamassa no estado fresco, em manter sua consistência quando submetida a solicitações que provocam perda de água de amassamento, seja por evaporação ou absorção por uma superfície. A retenção de água nas argamassas de revestimento interfere no tempo disponível de aplicação, regularização e desempenho da argamassa. Esta propriedade também influi em algumas propriedades no estado endurecido, pois afeta as condições de hidratação do cimento e a carbonatação da cal que são os responsáveis pela evolução do endurecimento da argamassa. Como a retenção interfere na velocidade de evaporação da água de amassamento, também influi na retração por secagem das argamassas e diretamente na resistência de aderência (SABBATINI,1984).

Segundo LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998) a retenção de água representa a capacidade de a argamassa reter a água de amassamento contra a sucção da base ou contra a evaporação. A retenção permite que as reações de endurecimento da argamassa se tornem mais gradativa, promovendo a adequada hidratação do cimento e conseqüente ganho de resistência.

LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998) também sugere que a rápida perda de água compromete a aderência, a capacidade de absorver deformações, a resistência mecânica e, com isso, a durabilidade e a estanqueidade do revestimento e da vedação ficam comprometidas.

Da mesma forma que a trabalhabilidade, os fatores influentes na retenção de água são as características e proporcionalidade dos materiais constituintes da argamassa. A presença da cal e de aditivos pode melhorar essa propriedade (LEONE, BOTTURA & SABBATINI 1998).

A NBR 7175(1992) e a NBR 13281(1995) exigem que a retenção de água seja no mínimo igual a 70% e 80%, para cal hidratada e para argamassas industrializadas, respectivamente.

A retenção de água é uma propriedade importante para o desempenho dos sistemas de revestimento e depende muito do tipo de substrato ao qual se lança a argamassa, pois se a aplicação é feita em um substrato com alta capacidade de absorção, nesse caso ela é de fundamental importância, porém se a aplicação é feita em um substrato de baixa absorção de água e com uma argamassa com elevada retenção de água pode ser ineficiente essa propriedade, já que a argamassa fica exposta a mais tempo à evaporação e conseqüentemente possam vir surgir problemas de retração plástica, problemas de transporte de água por gravidade dentro do revestimento e o tempo de sarrafeamento será maior (OLIVEIRA, 1999)

SELMO (1989) resume que a retenção de água das argamassas “interfere não só no trabalho de acabamento do revestimento, mas também em propriedades no estado endurecido, seja por questões de espalhamento, contato com o substrato e retenção de água”.

3.3.1.5 – ADERÊNCIA INICIAL

COSTA (1998) descreve que a aderência inicial é a propriedade relacionada ao fenômeno mecânico que ocorre em superfícies porosas, pela ancoragem da argamassa na base. Dá-se pela entrada da pasta nos poros, reentrâncias e saliências seguidas pelo endurecimento progressivo.

De acordo com BAUER & CARASEK (1998) o fenômeno da adesão se dá à partir do momento em que se aplica a argamassa sobre uma superfície absorvente. Desse instante em diante, parte da água de amassamento que contém em dissolução os componentes do aglomerante, penetram nos poros e canais da base. No interior desses poros se produzem fenômenos de precipitação do hidróxido de cálcio ou dos géis de cimento, ou de ambos. Com a pega, esses precipitados intracapilares exercem uma ação de encunhamento da argamassa ao substrato, assim a aderência.

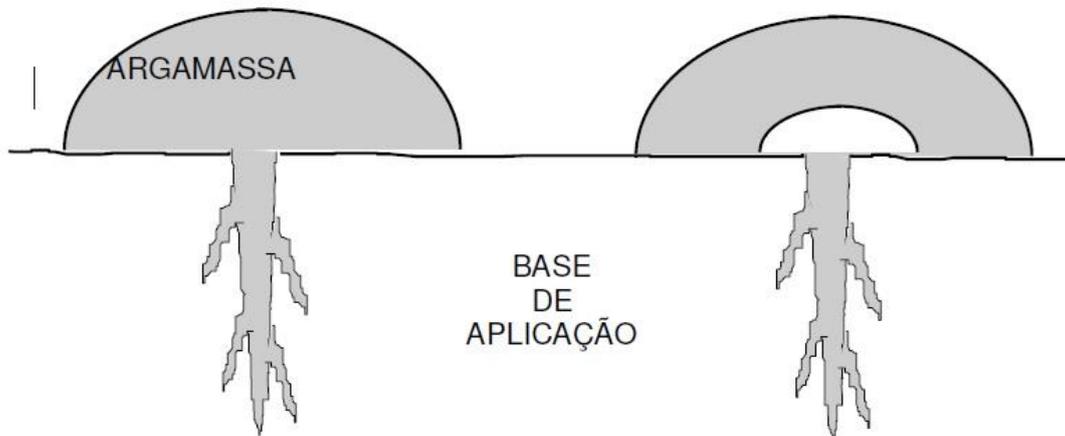
A base de aplicação também tem participação através de sua porosidade, rugosidade e condições de limpeza da superfície de aplicação. A argamassa deve ser comprimida após a sua aplicação em base limpa (COSTA 1998).

A adesão inicial da argamassa fresca ao substrato é propriedade que caracteriza o comportamento futuro do conjunto substrato/revestimento quanto ao desempenho decorrente da aderência. A forma como ocorre essa adesão inicial depende tanto das características de trabalhabilidade da argamassa, quanto das características de porosidade ou rugosidade da base ou de tratamento prévio que aumente a superfície de contato entre os materiais (CINCOTTO, SILVA, CARASEK, 1995).

Para se obter uma adequada aderência inicial, a argamassa deve apresentar a trabalhabilidade e retenção de água adequadas à sucção da base e às condições de exposição. Deve, também, ser comprimida após a sua aplicação, para promover o maior contato com a base. Além disso, a base deve estar limpa, com rugosidade adequada e sem oleosidade.

Caso essas condições não sejam atendidas, pode haver problema com a aderência, como a perda de aderência em função da entrada rápida da pasta nos poros da base, por exemplo. Isso acontece devido à sucção da base ser maior que a retenção de água da argamassa, causando a descontinuidade da camada de argamassa sobre a base (LEONE, BOTTURA & SABBATINI 1998).

Figura 3.2 – Perda da aderência por descontinuidade da argamassa



Fonte: (LEONE, BOTTURA & SABBATINI 1998).

OLIVEIRA (1999) diz que a importância da adesão para o revestimento, engloba desde aplicação da argamassa em um substrato, a partir desse momento deve-se desenvolver a adesão da argamassa e o substrato ainda durante o processo de aperto. Quando se começa perde água por evaporação e por sucção para o substrato durante o processo de corte e sarrafeamento, começa-se a ter características de aderência.

Acompanhando-se a evolução do estado da argamassa durante o processo de execução do revestimento, ter-se-ia um momento onde se tem adesão inicial, quando se aplica a argamassa sobre o substrato com a perda de água, redução da plasticidade e consistência, tem-se um período intermediário entre adesão inicial e aderência onde se tem características da hidratação podendo-se chamar de período em que a adesão ocorre e, a partir do endurecimento, ter-se-ia o período de aderência (OLIVEIRA, 1999).

3.3.1.6 – RETRAÇÃO NA SECAGEM

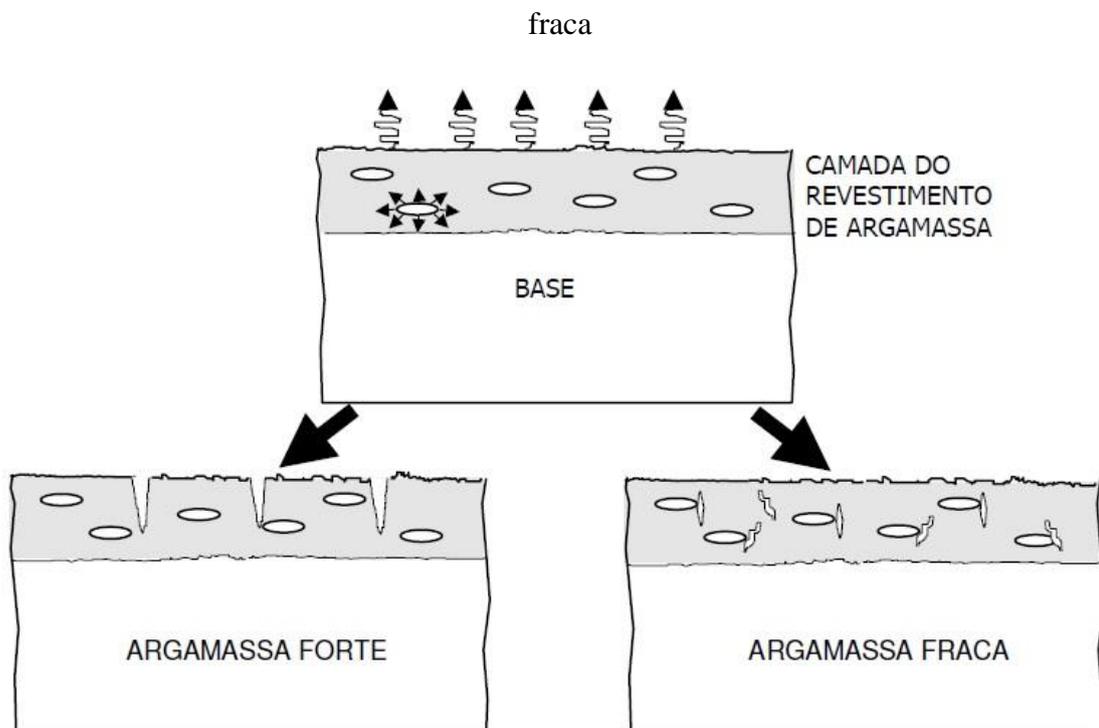
COSTA (1998) diz que a retração ocorre devido à evaporação da água de hidratação e carbonatação dos aglomerantes. A retração rápida pode provocar o aparecimento de fissuras que podem ser prejudiciais, permitindo a percolação da água quando no estado endurecido.

As fissuras podem ser prejudiciais ou não prejudiciais (microfissuras). As fissuras prejudiciais permitem a percolação da água pelo revestimento já no estado endurecido, comprometendo a sua estanqueidade à água.

De acordo com LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998), os fatores que influenciam essa propriedade são: as características e a proporcionalidade dos materiais constituintes da argamassa; a espessura e o intervalo de aplicação das camadas; o respeito ao tempo de sarrafeamento e desempenho.

As argamassas com um alto teor de cimento, denominadas “fortes”, são mais sujeitas às tensões que causarão o aparecimento de fissuras prejudiciais durante a secagem, além das trincas e possíveis descolamentos da argamassa já no estado endurecido. Já as argamassas mais “fracas”, são menos sujeitas ao aparecimento das fissuras prejudiciais (LEONE, BOTTURA & SABBATINI 1998), ilustrados na Figura 3.3.

Figura 3.3 – Fissuração da argamassa por retração na secagem: argamassa forte x argamassa



Fonte: (LEONE, BOTTURA & SABBATINI 1998).

LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998) relata que com relação à espessura, as camadas de argamassa que são aplicadas em espessuras maiores, superiores a 25 mm, estão mais sujeitas a sofrerem retração na secagem e apresentarem fissuras. No caso do intervalo de aplicação entre duas camadas do revestimento de argamassa, é recomendado que sejam aguardados 7 dias, no mínimo, pois nesse período a retração da argamassa já é grande, da ordem de 60% a 80% do valor total. COSTA (1998) reafirma isto e diz que o tempo de sarrafeamento e desempenho significa o período de tempo necessário para a argamassa perder parte da água de amassamento e chegar a uma umidade adequada para iniciar essas operações de acabamento superficial da camada de argamassa. Caso essas operações sejam feitas com a argamassa muito úmida podem ser formadas as fissuras e até mesmo ocorrer o descolamento da argamassa em regiões da superfície já revestida.

3.3.2- PROPRIEDADES DA ARGAMASSA EM ESTADO ENDURECIDO

De acordo com CINCOTTO, SILVA, CARASEK (1995) as propriedades da argamassa no estado endurecido apresentam-se intimamente relacionadas aos componentes dos substratos e à forma como ocorre a ligação entre a argamassa e os componentes do substrato. Algumas dessas propriedades só podem ser avaliadas em conjunto com estes componentes, uma vez que a natureza dos mesmos influenciam as propriedades.

A tabela da Figura 3.4, mostra, através de uma escala qualitativa que cresce de 1 a 5, a variação do nível de exigência das propriedades de maior relevância para os revestimentos.

Figura 3.4 – Nível de exigência das propriedades do revestimento de argamassa

PROPRIEDADES	CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO				
	interno			externo	
	paredes		teto	paredes	
	base pintura	base cerâmica		base pintura	base cerâmica
capacidade de aderência	1	2	5	3	4
capacidade de absorver deformações	3	1	3	4	2
resistência à tração e à compressão	1	2	1	3	4
resistência ao desgaste superficial	3	1	1	2	1
durabilidade	2	2	1	4	3

Fonte: (SABBATINI, 1988).

3.3.2.1 – ADERÊNCIA

De acordo com LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998) aderência é a propriedade de o revestimento manter-se fixo ao substrato, através da resistência às tensões normais e tangenciais que surgem na interface base-revestimento. É resultante da resistência de aderência à tração, da resistência de aderência ao cisalhamento e da extensão de aderência da argamassa.

SELMO (1989) entende por aderência uma propriedade associada a argamassa/substrato, ou seja ao sistema de revestimento “como a propriedade que permite à argamassa resistir tensões normais ou tangenciais na superfície de interface com o substrato. O mecanismo de aderência se desenvolve por efeito de ancoragem mecânica da argamassa nas reentrâncias e saliências da superfície a ser revestida e pela ancoragem nos poros do substrato”

A aderência depende: das propriedades da argamassa no estado fresco; dos procedimentos de execução do revestimento; da natureza e características da base e da sua limpeza superficial (LEONE, BOTTURA & SABBATINI 1998).

CINCOTTO, SILVA & CARASEK, (1995) esclarecem que “a aderência é significativamente influenciada pelas condições do substrato, como a porosidade e absorção de água, resistência mecânica, textura superficial e pelas próprias condições de execução”, onde exige-se um assentamento homogêneo sem descontinuidades excessivas.

CARASEK, (1996) comenta que é um consenso entre outros autores, que aderência da argamassa ao substrato é um fenômeno essencialmente mecânico, devido à penetração da pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros ou entre as rugosidades do substrato de aplicação. Quando a argamassa no estado plástico entra em contato com o substrato, parte da água de amassamento penetra pelos poros e cavidades dos substratos. A aderência se forma imediatamente após o contato da argamassa com o substrato e é devida ao movimento da água contida na massa em direção ao substrato. Essa água, contendo íons dissolvidos provenientes da solução da pasta aglomerante, é transportada para o interior dos poros do substrato pela sucção capilar.

A aderência deriva da conjunção de três propriedades da interface argamassa/substrato: resistência de aderência à tração, resistência de aderência ao cisalhamento e a extensão de aderência, sendo esta correspondente a razão entre a área de contato efetivo e a área total possível de ser unida SABBATINI (1984).

A extensão de aderência beneficia a propriedade de aderência quando for contínua e prolongada ao longo da interface argamassa/substrato, podendo contribuir tanto com a trabalhabilidade quanto às características próprias da porosidade ou rugosidade do substrato, ou ainda todo o tratamento prévio que aumente a superfície de aderência (OLIVEIRA, 1999).

A extensão de aderência é basicamente função da porcentagem de ar incorporado na argamassa. A porcentagem de aderência ainda depende de fatores tais como: consistência da mistura, tempo de mistura, composição e granulometria da areia e do tamanho das partículas do cimento (BENINGFIELD (1988) apud CANDIA (1997)).

Segundo OLIVEIRA (1999), vários autores comentam que a aderência é beneficiada pela rugosidade dos substratos, assim como a penetração da pasta de cimento nos poros dos

mesmos. Deve-se salientar que a propriedade de aderência da argamassa ao substrato depende de outras propriedades das argamassas como:

- Ter boa trabalhabilidade;
- Ter capacidade de retenção de água;
- Ter aderência a esforços de tração e cisalhamento;
- Ter durável e não afetar a durabilidade de outros materiais;
- Ter baixo módulo de deformação.

Segundo LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998), a resistência de aderência à tração do revestimento pode ser medida através do ensaio de arrancamento por tração. De acordo com a norma NBR 13749 (ABNT,1996), o limite de resistência de aderência à tração (Ra) para o revestimento de argamassa (emboço e massa única) varia de acordo com o local de aplicação e tipo de acabamento, conforme a Figura 3.5.

Figura 3.5 – Limites da resistência de aderência à tração

Local		Acabamento	Ra (MPa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	≥ 0,20
		Cerâmica ou laminado	≥ 0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco	≥ 0,30
		Cerâmica	≥ 0,30
Teto			≥ 0,20

Fonte: (ABNT, 1996) (LEONE, BOTTURA & SABBATINI 1998).

3.3.2.2 – CAPACIDADE DE ABSORVER DEFORMAÇÕES

De acordo com BAUER & CARASEK, 1998, capacidade de absorver deformações, é a propriedade que permite o sistema de revestimento acomodar ou absorver deformações,

quer de origem intrínseca à argamassa (retração), ou de origem em pequenas deformações do substrato. Quanto menor o módulo de elasticidade, maior a capacidade de deformação.

SELMO(1989) comenta que “os revestimentos devem apresentar capacidade de deformação para poder deformar-se sem ruptura ou através de microfissuras que não comprometam a aderência, a estanqueidade e a durabilidade”.

De acordo com LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998), a capacidade de absorver deformações depende:

- Do módulo de deformação da argamassa - quanto menor for o módulo de deformação (menor teor de cimento), maior a capacidade de absorver deformações;
- Da espessura das camadas - espessuras maiores contribuem para melhorar essa propriedade; entretanto, deve-se tomar cuidado para não se ter espessuras excessivas que poderão comprometer a aderência;
- Das juntas de trabalho do revestimento - as juntas delimitam panos com dimensões menores, compatíveis com as deformações, contribuindo para a obtenção de um revestimento sem fissuras prejudiciais;
- Da técnica de execução - a compressão após a aplicação da argamassa e, também, a compressão durante o acabamento superficial, iniciado no momento correto, vão contribuir para o não aparecimento de fissuras.

A ocorrência de fissuras decorre da elasticidade e da tração inadequadas diante das tensões de tração resultantes da retração de secagem, retração térmica. A adequação da elasticidade e resistência à tração não significa a total inexistência de fissuras, mas sim a ocorrência de fissuras microscópicas e com pequeno distanciamento entre si, de modo a não se propagarem por efeitos térmico e higroscópicos, não sendo assim prejudiciais à estanqueidade e à durabilidade do revestimento (CINCOTTO et al. (1995), FIORITO (1985).

OLIVEIRA (1999), diz que com o estudo de dosagem de argamassas busca-se atingir resistências desejadas, há caso em que estas resistências são elevadas o que propicia

argamassas com teores de cimento mais elevados, proporcionando o aumento do módulo de elasticidade tornando o sistema de revestimento menos deformável.

3.3.2.3 – PROPRIEDADES MECÂNICAS

LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998), relata que a propriedade dos revestimentos suportarem as ações mecânicas de diferentes naturezas, devidas à abrasão superficial, ao impacto e à contração termo- higroscópica. Depende do consumo e natureza dos agregados e aglomerantes da argamassa empregada e da técnica de execução que busca a compactação da argamassa durante a sua aplicação e acabamento.

O consumo dos aglomerantes e dos agregados nas argamassas tem grande influência nas propriedades mecânicas. Os sistemas de revestimento podem ter necessidade de resistência à compressão onde se sabe que é uma propriedade inversamente proporcional à relação água/cimento; quando se deseja uma melhor resistência ao choque é necessário que a argamassa seja dosada para esta finalidade, onde pode ser recomendado o uso de fibra para aumentar a tenacidade do sistema de revestimento. A resistência à abrasão seria beneficiada com o uso de agregados mais resistentes à abrasão, onde a argamassa para este fim é mais rica em cimento (OLIVEIRA 1999).

3.3.2.4 – RETRAÇÃO

Dentre as propriedades da argamassa no estado endurecido, a retração tem papel fundamental no desempenho do revestimento quanto à estanqueidade e durabilidade. A retração é resultado de um comportamento mecânico complexo relacionado ao processo de variação na umidade da pasta aglomerante. Ao ser aplicada, a argamassa perde água de amassamento para a base por efeito de sucção, o qual é tanto mais acentuado quanto mais porosos forem os componentes do substrato (CINCOTTO, SILVA & CARASEK, 1995).

A retração é um fenômeno que ocorre nas argamassas de revestimentos nas primeiras idades do ponto de vista da variação dimensional. Esse tipo de deformação acontece principalmente por perda de água da argamassa para o ambiente, por evaporação, e para substrato, por sucção. A retração evolui durante a pega e após o endurecimento das argamassas em condições normais de exposição ao ar (METHA & MONTEIRO, 1994).

3.3.2.5 – PERMEABILIDADE

A permeabilidade está relacionada à passagem de água pela camada de revestimento, constituída de argamassa, que é um material poroso e permite a percolação da água tanto no estado líquido como de vapor. É uma propriedade bastante relacionada ao conjunto base-revestimento (LEONE, BOTTURA & SABBATINI 1998).

LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998) sugere que o revestimento deve ser estanque à água, impedindo a sua percolação. Mas, é recomendável que o revestimento seja permeável ao vapor para favorecer a secagem de umidade de infiltração (como a água da chuva, por exemplo) ou decorrente da ação direta do vapor de água, principalmente nos banheiros.

3.3.2.6 – DURABILIDADE

É uma propriedade do período de uso do revestimento, resultante das propriedades do revestimento no estado endurecido e que reflete o desempenho do revestimento frente as ações do meio externo ao longo do tempo (LEONE, BOTTURA & SABBATINI 1998).

LEONE, BOTTURA & SABBATINI (1998) diz que alguns fatores prejudicam a durabilidade do revestimento, tais como: a fissuração do revestimento; a espessura excessiva; a cultura e proliferação de microrganismos; a qualidade das argamassas; a falta de manutenção.

3.4 – MODIFICADORES DAS ARGAMASSAS E REVESTIMENTOS

Os polímeros sintéticos, em geral empregados na indústria e também na indústria da construção civil, possuem uma boa capacidade adesiva e formam a base de muitos materiais de construção. Entretanto, muitos dos usos não são estruturais, no sentido de que a composição dos adesivos não transmitem ou não acomodam significantes esforços. Recentemente, tem havido muito interesse na aplicação de polímeros sintéticos para situações verdadeiramente estruturais (KINLOCH, 1987).

Face a real dificuldade na seleção de materiais, com base química, a especificação da finalidade de aplicação é essencial tão quanto possível em termos de desempenho e uso nas condições encontradas nas construções. É necessário o conhecimento do desempenho do adesivo de resina sintética sob carga contínua e tensão dinâmica, fatores que são essenciais para o seguro uso dos adesivos. O mais importante para a engenharia é a expectativa de vida do adesivo de resina sintética em termos de durabilidade (WAKE, 1977).

OLIVEIRA (1999) diz que o uso dos polímeros na engenharia deve exibir, com respeito a trabalhabilidade e cura, as seguintes características:

- Material com consistência que permita a facilidade de uso sob condições de elevadas temperaturas e variações nas condições de umidade encontradas no local;
- Adequado tempo de utilização;
- Cura que seja independente da temperatura e umidade.

Segundo, no que diz respeito ao desempenho, deve ter:

- Boa resistência a temperatura.

Terceiro, no que diz respeito a velocidade de construção, se faz necessário:

- Cura que não impeça o programa de construção.

3.4.1 – POLÍMERO COM FUNÇÃO ADESIVA.

Polímero com função adesiva, são aqueles que apresenta uma substância capaz de manter, conservar e segurar materiais juntos na superfície de contato. A adesão resulta de um mecanismo de aderência entre o adesivo e o substrato e de forças químicas (primárias, ligações covalentes ou forças polares entre os dois). O adesivo deve encostar a superfície intimamente, isto é, deve influir em todas as áreas de contato, para prover a resistência mecânica necessária, enrijecendo uma vez que tenha feito bom contato com o substrato (MAILVAGANAM,1991).

Entre os mecanismos de adesão dos polímeros, alguns fatores influenciam os mecanismos de aderência para os sistemas de revestimentos. Estes são:

- Mecanismo do encunhamento (rugosidade), que contribui na adesão ao substrato, porém o mesmo tem que ser especificamente preparado para obter a topografia apropriada, para que ocorra a adesão em alguns instantes. Com o aumento da rugosidade os pontos de adesão são maiores;
- Teoria da absorção: essa teoria de adesão é mais largamente aplicada e provém de um contato molecular realizado na interface. Os materiais poliméricos aderem por causa de forças Inter atômicas e intermoleculares na interface substrato/adesivo, as forças mais comuns são as forças de Van der Waals e podem ser incluídas as pontes de hidrogênio.

3.4.2 – PRINCÍPIO DE MODIFICAÇÃO DO LÁTEX PARA COMPÓSITOS DE CIMENTO.

As argamassas, quando são acrescidas de polímeros a base do látex, são produzidas pela mistura de um polímero com argamassa fresca de cimento, subseqüente curadas. A modificação das propriedades das argamassas com látex é governada tanto pela hidratação do cimento quanto pela formação do filme de polímero, este último após a saída da água em excesso do sistema. O processo de hidratação do cimento geralmente inicia antes do processo

de formação de filme do polímero. Resumidamente, segue-se as etapas de modificação do látex segundo OHAMA, (1984):

1. Assim que misturado o látex à argamassa fresca de cimento, as partículas de polímero são uniformemente dispersas na pasta de cimento. Nesta pasta de polímero e cimento, o cimento é hidratado gradativamente com a evolução do tempo, liberando entre outros produtos, o hidróxido de cálcio, enquanto parte das partículas de polímero depositam-se na superfície das partículas de cimento parcialmente hidratado.
2. Depois da hidratação do cimento, da evaporação e da absorção da água pelo substrato, as partículas de polímeros vão sendo confinadas nos poros da pasta de cimento. A medida que a água de capilaridade é reduzida, as partículas de polímero floculam para formar uma camada contínua e compacta sobre a superfície da argamassa e sobre a superfície dos agregados.
3. Após a completa remoção da água no sistema, as partículas de polímeros agrupadas sobre o cimento hidratado, formam uma estrutura monolítica em que a fase do polímero interpenetra pela fase do cimento hidratado.

3.4.3- MODIFICADORES A BASE DE LÁTEX

Na construção civil, há uma grande quantidade de materiais poliméricos que possam ser utilizados. Dando assim uma função potência a argamassa em questão. Como modificadores, tem se empregado com grande ênfase os polímeros a base de resina acrílica. Este polímero é o enfoque do trabalho.

O polímero utilizado foi o Imperfix da marca Monterey, este é um adesivo acrílico aditivo líquido à base de resina acrílica para argamassas e concretos.

Este é indicado para diversas utilizações tais como: aditivo promotor de aderência para argamassas de revestimento e reparos emenda de concreto, pontes de aderência, etc. No estado fresco confere coesão e plasticidade; no estado endurecido diminui a permeabilidade, e proporciona compensação da retração. Suas vantagens são:

- Maior aderência das argamassas sobre os mais diversos substratos, permitindo aplicações inclusive sobre o concreto liso.
- Promove uma maior ligação entre concretos com diferentes idades e concretos novos.
- Proporciona às argamassas melhoria das características de plasticidade e coesão.
- Proporciona às argamassas uma maior deformabilidade.
- Compensa a retração das massas de cimento ou mistas.
- Ótima flexibilidade e durabilidade.

3.4.4- PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS MODIFICADAS À BASE DE LÁTEX.

Segundo FOLIC & RODONJANIN (1999), o emprego de polímeros de base látex em argamassas e concretos podem agir como incorporadores de ar ou superplastificantes melhorando a trabalhabilidade da pasta enquanto no estado fresco. Quando no estado endurecido, as suas propriedades mecânicas são incrementadas apresentando resultados de resistências superiores em relação às resistências das referências, apresenta diminuição da absorção de água e um grande aumento da durabilidade.

Geralmente as argamassas modificadas apresentam uma melhoria na trabalhabilidade em relação às argamassas convencionais. Isto é, principalmente interpretado em termos do aumento da fluidez devido à ação de escorregamento das partículas de polímero, de ar incorporado e do efeito dos tensoativos contidos no látex. Na maioria das argamassas modificadas é incorporada uma maior quantidade de ar do que nas argamassas convencionais. Para o caso de retenção de água as argamassas modificadas têm uma retenção muito superior às argamassas convencionais, a retenção de água geralmente cresce com aumento da relação polímero/cimento e torna-se quase constante para uma relação entre 5 e 15% (OHAMA, 1984).

Em geral, os concretos e argamassas modificados por polímeros de base látex mostram um notável aumento nas resistências à tração na flexão mas nenhum aumento substancial na resistência à compressão, quando comparado com as resistências da argamassa de referência. As propriedades de resistência são influenciadas por vários fatores como a natureza dos materiais usados, cimento e agregados, o controle para proporções da mistura: polímero/cimento, água/cimento, métodos de cura (OHAMA,1987).

4 – METODOLOGIA

Os sistemas de revestimento modificado com resinas poliméricas são utilizados em diversos tipos de substratos, no entanto, os mais utilizados no Brasil, são os blocos cerâmicos e o blocos de concreto. Estes podendo utilizar chapisco, de traço geralmente de 1:3, para aumentar a aderência do substrato com a argamassa.

O objetivo do trabalho experimental é comparar os sistemas de revestimentos modificados com base na resina acrílica, adicionada a uma argamassa multiuso, com a mesma argamassa sem adição de polímero. Deste modo, visando avaliar as propriedades mecânicas, em particular a aderência e a capacidade de deformação. Pretendendo também avaliar possíveis alterações na trabalhabilidade decorrentes da adição do polímero acrílico.

Para investigar o comportamento das modificações, foi utilizada uma argamassa de referência, denominada de AR. Ela foi aplicada, de forma equivalente a modificada, em substratos de blocos cerâmicos, com e sem chapisco. Assim realizando-se os mesmos ensaios, podendo então comparar as variações encontradas pelo acréscimo do polímero.

A série modificada emprega os acréscimos do polímero de resina acrílica. São acrescidos os teores de 0,6 litros do polímero para cada 40 kg de argamassa aplicada e de mesmo modo, aplicasse outro teor de 1,0 litros em relação à massa da argamassa multiuso. Denominados de ACR 0,6 e ACR 1,0. Estes teores estão dentro do recomendado pelo fabricante.

Justifica o emprego da resina acrílica, devido a grande utilização na construção civil da região. Devido ao mesmo critério, justifica-se o uso dos substratos citados acima.

As argamassas foram aplicadas sobre os substratos, blocos cerâmicos com e sem chapisco, em processo convencional de execução de revestimento de camada úmida. Utilizou-se uma espessura média de 2,00 cm. No caso do substrato com chapisco, este foi previamente aplicado, em traço 1:3, respeitando a cura de no mínimo 72 horas, para assim então aplicar a argamassa.

Os ensaios que foram elaborados são todos normatizados, obedecendo então aos critérios norma, no entanto, devido ser um trabalho acadêmico, foi utilizado à idade de 14 dias de cura para realização dos ensaios. São esses:

- Argamassa de concreto endurecido – Determinação de absorção de água por imersão – Índice de vazios e massa específica (NBR 9778).
- Argamassa de concreto – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos (NBR 7222).
- Revestimento de paredes de tetos de argamassa inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração (NBR 13528).
- Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à compressão (NBR 13279).

Foram estabelecidos variáveis de estudos, são elas:

- Uma argamassa de referencia, denominada de AR.
- Duas argamassas de comparação, que são denominadas de ACR0,6 e ACR1,0.
- Dois tipos de substratos, que são se grande uso na construção civil da região.
- Um polímero, resina acrílica, Imperfix da marca Monterey.
- Dois teores do polímero, 0,6 e 1,0 litros, para cada 40 kg de argamassa utilizada, com consumo de 55 kg de argamassa por parede, totalizando então 0,825 litros para a ACR 0,6 e 1,375 litros para a ACR 1,0 (Teores indicados pelo fabricante).
- Uma idade de ensaio, que é de 14 dias.

4.1 – CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAS

4.1.1 – ARGAMASSA MULTIUSO

4.1.1.1 - Descrição: A argamassa 4201 Matrix Contrapiso é indicada para regularização de pisos e lajes, servindo de base para posterior assentamento de revestimento

cerâmico, pedras, carpete ou madeira. Recomendado apenas para tráfego de pessoas, não é indicado para locais com tráfego de veículos. Não deve ser utilizado para outros serviços.

4.1.1.2 - Classificação: A argamassa 4201 Matrix Contrapiso apresenta resistência mínima a compressão, aos 28 dias, de 13 Mpa.

A argamassa 4201 Matrix Contrapiso é uma mistura homogênea de cimento Portland e agregados minerais com granulometria controlada.

4.1.1.3 - Indicação: Excelente para regularização de pisos e lajes, servindo de base para posterior assentamento de revestimento cerâmico, pedras, carpete ou madeira. Recomendado tanto para áreas internas quanto externas.

4.1.1.4 - Vantagens: Facilidade de acabamento. Resistência a compressão acima de 13 Mpa.

4.1.1.5 - Limitações: A argamassa 4201 Matrix Contrapiso não é recomendada para locais de tráfego de veículos.

4.1.1.6 - Substratos: Lajes de concreto;

4.1.1.7 - Modo de Aplicação:

4.1.1.7.1 - Preparo de Superfície:

A base onde será aplicada a argamassa 4201 Matrix Contrapiso deve estar seca, limpa, isentam de poeira, substâncias oleosas, tintas, eflorescência, restos de argamassa ou outras condições que possam prejudicar a aderência da argamassa. Umedecer previamente a base com nata de cimento e imediatamente aplicar a argamassa 4201 Matrix Contrapiso.

4.1.1.7.2 - Mistura:

O preparo da argamassa deve ser feito próximo às frentes de trabalho, mas protegido de chuva, sol e vento. A temperatura da água da mistura deve estar entre 18°C e 25°C. Deve ser adicionada, em recipiente limpo e estanque, a quantidade de água potável indicada na

embalagem de cada Argamassa 4201 Matrix Contrapiso***. A água deve estar isenta de qualquer tipo de resíduos, graxa, óleos, ou material particulado.

Adicionar na mistura somente a água indicada na sacaria. NÃO acrescentar mais água do que o indicado, tanto na etapa de mistura como ao longo da aplicação.

O preparo pode ser feito por mistura manual ou mecânica (argamassadeira), com os seguintes tipos de misturadores:

- Misturador contínuo: ajuste a vazão de água de acordo com a capacidade de mistura do equipamento (litros por hora) em função da quantidade de água por saco.

- Misturador horizontal (batelada)/betoneira: adicione metade da água no compartimento do equipamento; em seguida adicione todo o volume de argamassa e complete com o restante da água.

O tempo de mistura varia em função do tipo de equipamento e quantidade de sacos e deve ser controlado pelo operador. Após a mistura, a argamassa deve estar homogênea e sem grumos.

4.1.1.7.3 - Aplicação:

Espalhar a argamassa sobre a base que deverá estar previamente umedecida com a nata de cimento. Em seguida, compactar a argamassa de maneira uniforme com um soquete apropriado. A argamassa 4201 Matrix Contrapiso deverá ser aplicada em camadas com espessura mínima de 2,0 cm e máxima de 4,0 cm. Caso a regularização apresente espessura superior a 4,0 cm executar o contrapiso em camadas, respeitando os limites inferiores e superiores de espessura. Em aplicações superiores a 4,0 cm, a primeira camada NÃO deve ultrapassar 4,0 cm e as camadas subsequentes devem ser feitas preferencialmente na condição úmido sobre úmido, respeitando o tempo de puxamento da camada anterior.

4.1.1.8 - Tempo para Uso: O tempo máximo de utilização da argamassa 4201 Matrix Contrapiso é de 2 horas, contadas a partir do início da mistura. Durante este período não deve

ser adicionada água ou qualquer outro produto, bastando apenas rearmasse-la antes da aplicação. Ultrapassado o tempo de 2 horas, a argamassa deverá ser descartada.

4.1.1.9 - Rendimento: A argamassa 4201 Matrix Contrapiso rende em média 20 Kg/m², para espessura de 1,0 cm, variando em função da aplicação. Não está considerado neste valor o índice de perdas durante a aplicação do produto.

4.1.1.10 - Desempenho:

A argamassa 4201 Matrix Contrapiso atinge resistência mínima de 13 MPa.

4.1.1.11 - Propriedades: Liberação para tráfego leve de pessoas 3 Dias

Liberação para tráfego intenso de pessoas 28 Dias.

4.1.1.12 - Armazenagem: Para a preservação da qualidade, os sacos devem ser armazenados sobre estrados em local coberto, seco e arejado, distantes no mínimo 30 cm da parede. As pilhas devem ter no máximo 10 sacos de altura.

4.1.1.13 - Apresentação: Sacos de 40 kg ou 50 kg, conforme a unidade produtora.

4.1.1.14 - Validade: O produto possui validade de 3 meses a partir da data de fabricação impressa na embalagem, se respeitadas as condições de armazenamento e com o produto em suas embalagens originais e lacradas.

4.1.1.15 - Transporte e Segurança: Transporte A argamassa 4201 Matrix Contrapiso não está enquadrada na portaria de transporte de produtos perigosos (Resolução ANTT no. 420 de 12/02/2004). Manuseio Utilizar EPI's adequados: óculos e luvas de borracha. Se necessário utilizar mascara tipo P1.

Em caso de contato com a pele lavar com água e sabão em abundância. Se houver desenvolvimento de algum tipo de irritação ou em caso de contato com os olhos, lavar imediatamente com água em abundância e procurar atendimento médico. Em caso de ingestão, procurar imediatamente atendimento médico. Fogo Produto não inflamável e não explosivo.

4.1.1.16 - Referências normativas: NBR 7215 NBR 7200 NBR 13276 .

4.1.2 – POLÍMERO RESINA ACRÍLICA

O polímero utilizado foi o Imperfix da marca Monterey, este é um adesivo acrílico aditivo líquido à base de resina acrílica para argamassas e concretos.

Este é indicado para diversas utilizações, tais como: aditivo promotor de aderência para argamassas de revestimento e reparos emenda de concreto, pontes de aderência, etc. No estado fresco confere coesão e plasticidade; no estado endurecido diminui a permeabilidade, e proporciona compensação da retração.

Entre suas vantagens, temos: • Maior aderência das argamassas sobre os mais diversos substratos, permitindo aplicações inclusive sobre o concreto liso. • Promove uma maior ligação entre concretos com diferentes idades e concretos novos. • Proporciona às argamassas melhoria das características de plasticidade e coesão. • Proporciona às argamassas uma maior deformabilidade. • Compensa a retração das massas de cimento ou mistas. • Ótima resistência à alcalinidade. • Não é reemulsionável. • Ótima flexibilidade e durabilidade.

Encontramos este aditivo em galões de 3,6 litros, balde com 18 litros ou tambor com 200 litros.

CONSUMO:

- Ponte de Aderência 0,10 a 0,30 L/m²
- Chapisco 0,20 a 0,30 L/m²
- Argamassa 0,30 a 0,50 L/cm/m²
- Estucamento 0,10 a 0,30 L/m²

ARMAZENAMENTO:

Armazenar em local seco e ventilado mantendo o produto na embalagem original e intacta. Vida útil no armazenamento 12 meses.

PROPRIEDADES:

As propriedades a seguir foram obtidas em ensaios de laboratório. Valores de ensaios de novos lotes poderão apresentar pequenas variações.

METODOLOGIA DE APLICAÇÃO:

Preparação da superfície: A superfície a ser revestida deverá estar limpa, umedecida, isenta de pó, óleos, graxas, desmoldantes e partículas soltas de qualquer natureza. Em superfícies muito lisas, lavar, escovar e preferencialmente apicoar para garantir uma perfeita aderência.

Aplicação: Pode ser aplicado em uma das seguintes formas:

Ponte de aderência: Pode ser aplicado puro ou diluído na relação: 1 parte de água para 1 parte de Imperfix Acrílico. Para áreas consideradas grandes ou sob elevada temperatura, na presença de ventos fortes, ou ainda com baixa umidade relativa do ar preparar o ponte de aderência com 1 parte de água: 1 parte de Imperfix Acrílico e 3 partes de cimento Portland.

Chapiscos: Misturar 1 parte de cimento , 2 partes de areia , 1 parte água e 1 parte de Imperfix Acrílico.

Argamassas: Misturar 1 parte de cimento , 3 partes de areia, 2 parte de água e 1 parte de Imperfix Acrílico.

Recomendações Importantes: A superfície a ser aplicada deverá estar úmida, porém sem empoçamento de água. Os revestimentos deverão ser aplicados sobre a ponte de aderência úmida. Os revestimentos como chapiscos, argamassas, ou outros deverão receber cura úmida no mínimo 02 vezes ao dia por um período mínimo de 03 dias. A proporção do adesivo Imperfix Acrílico acrescentado à mistura é proporcional à quantidade de água que deverá ser reduzida para manter a relação água/cimento da mistura.

4.2 – PREPARAÇÕES DOS SUBSTRATOS

Foram elaboradas duas paredes de blocos cerâmicos de dimensões de 1,20x1,20m, conforme a Figura 4.1, montadas sobre uma base para fixação, evitando assim que a parede se mova ou vibre, durante a aplicação da argamassa e durante a execução do ensaio de resistência de aderência a tração, prejudicando assim a aderência ou o resultado do ensaio.

Antes da aplicação da argamassa e do chapisco, todas as paredes foram limpas e escovadas com escova de aço, para retirar resíduos e poeiras, que poderiam prejudicar a adesão das argamassas no substrato. A norma pede para que seja feito tal procedimento de limpeza.

Figura 4.1 – Paredes de alvenaria 1,20x1,20m, metade chapiscada.



Fonte: (Própria)

4.3 – ARGAMASSAS MODIFICADAS

As argamassas foram modificadas pelo polímero acrílico em estudo, foram utilizados dois teores da resina acrílica, uma com 0,6 litros, para cada 40 kg de argamassa utilizada, com consumo de 55 kg de argamassa por parede, totalizando então 0,825 litros, denominada de ACR0,6 e outra com 1,0 litros para cada 40 kg de argamassa, obedecendo mesma porcentagem, esta ficou com 1,375 litros, denominou-se de ACR1,0 (Teores indicados pelo fabricante).

Para avaliação da trabalhabilidade da argamassa, está só foi aplicada mediante os testes prévios realizados, como o teste da colher de pedreiro e a de aplicação em uma base teste.

4.4 – PRODUÇÕES DAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

As argamassas em estudo foram dosadas em massa em todos os casos. As misturas foram efetuadas em uma betoneira de mistura forçada, com capacidade de 145 litros, em ambiente de laboratório. A metodologia utilizada na produção das argamassas seguiu as seguintes etapas de mistura:

1. Determinação em balança a massa da argamassa multiuso;
2. Determinação em balança das dosagens dos polímeros acrílicos,
3. Diluir o polímero acrílico em água, em uma relação de 1 de polímero para 1 de água;
4. Mistura da argamassa e do polímero em primeiro lugar, a fim de homogeneizar o traço;
5. Adicionar água aos poucos, até chegar à quantidade ideal;
6. Quando todos os componentes estão já na betoneira, fazia-se a mistura de 5 minutos;

Esses procedimentos se deram a todas as argamassas em estudo, no entanto, na argamassa de referência, não tivemos o acréscimo do polímero.

4.5 – APLICAÇÕES DAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

No intuito de não deixar a mão-de-obra intervir no resultado de aderência, pois o estudo em questão se dá em relação à diferença devido a utilização do polímero e não pela variação da mão-de-obra, foi determinante termos o mínimo de variações possíveis. Uma mesma pessoa aplicou todos os revestimentos, procurando manter a mesma intensidade de força aplicada, desde a parte inferior da alvenaria, até a parte superior. Manteve-se a mesma espessura de 2,00 cm para que não haja possíveis variações, observando esta espessura na Figura 4.2.

Seguido da aplicação da argamassa, foi marcado o tempo para poder dar início ao sarrafeamento. O tempo foi marcado para cada traço, deste modo, obtendo-se um comparativo da influência da resina acrílica no tempo necessário para começar o sarrafeamento.

Figura 4.2 – Argamassa aplicada esperando o sarrafeamento.



Fonte: (Própria)

4.6 – CURA

As curas das paredes fabricadas ocorreram ao ar livre, em meio ambiente normal, sem maiores cuidados, assim se aproximando da realidade encontrado nas construções da região. No entanto, foram utilizadas lonas plásticas para proteger estas de variações do tempo e das chuvas que poderiam ocorrer.

A temperatura média durante os dias de cura foi de 23°C, com umidade relativa do ar de aproximadamente 70%.

Os corpos de prova foram moldados, encaminhados para a câmara úmida (95% de umidade), após 24 horas, foram desmoldados e colocados submersos em água até a data dos ensaios.

Para o chapisco, a cura foi feita ao ar livre, igualmente a cura realizada para o reboco.

4.7– ENSAIOS REALIZADOS

Os ensaios realização são descritos nas abordagens a seguir, assim há a descrição detalhada de cada método executivo dos ensaios presentes no trabalho. São eles: Determinação de absorção de água por imersão; determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos; determinação da resistência de aderência à tração; determinação da resistência à compressão.

4.7.1– DETERMINAÇÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO

O ensaio de argamassa de concreto endurecido – Determinação de absorção de água por imersão – Índice de vazios e massa específica, foi realizado de acordo com a norma (NBR 9778).

A norma 9778 prescreve o modo pelo qual deve ser executado o ensaio para determinação da absorção de água, através de imersão, do índice de vazios e massa específica de argamassa e concreto endurecidos.

Segundo a NBR 9778, as amostras podem ser obtidas em argamassa molda de acordo com a NBR 7215 ou nos concretos de acordo com a NBR 5738, ou obtidas a partir de testemunhos extraídos ou pedaços de argamassa ou concreto. Para análise de composições de argamassa, o ensaio deve ser constituído por três amostras. No caso do trabalho em questão, retiramos 3 (três) amostras de cada traço feito.

Para o exame de artefatos ou peças endurecidas, o ensaio deve ser constituído por três amostras, obtidas de testemunhos extraídos, devendo apresentar, cada uma delas, no mínimo 200 cm³, no caso de argamassas; 2500 cm³, no caso de concretos preparados com agregados de até 50 mm de dimensão máxima; e 10000 cm³, no caso de concretos preparados com agregado de dimensão máxima superior a 50 mm. Os corpos-de-prova moldados devem estar isentos de óleo ou outros materiais aderidos na moldagem, segundo a NBR 9778.

4.7.1.1 – EXECUÇÃO DO ENSAIO DE ACORDO COM A NBR 9778.

4.7.1.1.1 - Secagem em estufa à temperatura de (105 ± 5) °C.

4.7.1.1.2 – Determinar a massa da amostra ao ar e mantê-la em estufa à temperatura de (105 ± 5) °C. Determinar a massa da amostra após permanência na estufa de 24 h, 48 h e 72 h.

4.7.1.1.3 - Resfriar a amostra ao ar seco à temperatura de (23 ± 2) °C, de preferência em dessecador, e determinar a massa.

4.7.1.1.4 - Para referência, registrar a massa da amostra após 72 h de permanência na estufa e informar complementarmente as medidas intermediárias das massas.

4.7.1.1.5 - Em casos especiais, e mediante solicitação expressa, a amostra pode permanecer na estufa até que duas pesagens sucessivas, intervaladas em 24 h, não difiram em mais de 0,5% da menor massa.

4.7.1.1.6 - Saturação em água à temperatura de (23 ± 2) °C.

4.7.1.1.7 - Completada a secagem em estufa e determinada a massa, proceder à imersão da amostra em água à temperatura de (23 ± 2) °C, durante 72 h, conforme descrito em 4.7.2.2.

4.7.1.1.8 - A amostra deve ser mantida com 1/3 de seu volume imerso nas primeiras 4 h e 2/3 nas 4 h subsequentes, sendo completamente imerso nas 64 h restantes.

4.7.1.1.9 - Determinar a massa, decorridas 24 h, 48 h e 72 h de imersão. As determinações devem ser efetuadas após enxugar-se a superfície da amostra com toalha absorvente.

4.7.1.1.10 - Para referência, registrar a massa da amostra após 72 h de imersão em água e informar complementarmente as medidas intermediárias das massas.

4.7.1.1.11 - Em casos especiais, e mediante solicitação expressa, pode a amostra, em intervalos de 24 h, permanecer imersa em água até que duas pesagens sucessivas, efetuadas, não difiram em mais de 0,5% da menor massa.

4.7.2 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRACÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL DE COPROS-DE-PROVA CILÍNDRICOS (NBR 7222).

O ensaio referente ao procedimento de determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos, foi elaborada seguindo os passos da NBR 7222. Esta prescreve o método para determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos de argamassa e concreto.

Para que se possa realizar os procedimentos de forma adequada, se faz necessário consultar outras normas, que são:

- NBR 5738 - Confecção e cura de corpos-de-prova de concreto, cilíndricos ou prismáticos - Métodos de ensaio.
- NBR 5739 - Ensaio à compressão de corpos-de-prova cilíndricos de concreto - Método de ensaio.

- NBR 7215 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão - Método de ensaio.
- NBR 10024 - Chapa dura de fibras de madeira – Procedimento.

4.7.2.1 - EXECUÇÃO DO ENSAIO DE ACORDO COM A NBR 7222.

O ensaio realizado seguiu os seguintes procedimentos:

1. Foram moldados 3 corpos-de-prova, com relação comprimento/diâmetro entre 1 e 2, com moldagem feita em 4 (quatro) camadas;
2. Colocou-se o corpo-de-prova em repouso ao longo de uma geratriz; Conforme Figura 4.3.
3. Utilizou-se entre os pratos e o corpo-de-prova em ensaio, duas tiras de chapa dura de fibra de madeira conforme especificado na NBR 10024; também presentes na Figura 4.3.
4. Aplicou-se uma carga constante no corpo-de-prova foi, sem choque, com crescimento constante da tensão de tração, com uma velocidade inferior a de $0,05 \pm 0,02$ Mpa/s, até a ruptura;

Figura 4.3 – Ensaio a tração por compressão diametral



Fonte: (Própria)

4.7.3 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO (NBR 13528).

O ensaio de revestimento de paredes de tetos de argamassa inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração (NBR 13528) prescreve o método para a determinação da resistência de aderência à tração de revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas, também abrange revestimentos aplicados in situ ou em laboratório, sobre substratos inorgânicos não metálicos.

4.7.3.1 – APARELHAGEM/ MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Equipamento de tração, mecânico ou hidráulico, com aplicação lenta e progressiva de carga. Erro máximo de 2%;
- Pastilhas, placas metálicas de seção circular de 50 mm de diâmetro;
- Serra de copo com altura superior a espessura do revestimento;
- Cola epóxi, para colar as pastilhas no revestimento.

4.7.3.2 – EXECUÇÃO DO ENSAIO

4.7.3.2.1 – Definiu-se a área de revestimento necessária ao número de corpos-de-prova.

4.7.3.2.2 – Foram ensaiados 6 corpos-de-prova, para cada tipo de substrato adotado.

4.7.3.2.3 – Fez-se o corte com a serra copo, a seco, antes da colagem da pastilha. O corte deve se estender aproximadamente 5 mm dentro do substrato.

4.7.3.2.4 – Utilizou-se uma escova metálica para limpar a superfície a ser ensaiada, a fim de remover partículas descartáveis.

4.7.3.2.5 – Foi necessária a utilização de uma tira de papelão, na parte inferior da pastilha, para evitar que a cola epóxi escorresse.

4.7.3.2.6 – Aplicou-se a cola epóxi sobre o revestimento, utilizando uma espátula, por cerca de 30 segundos.

4.7.3.2.7 – Foram removidos quaisquer excessos de cola, que ficaram ressaltados das pastilhas, para isso foi utilizado um estilete.

4.7.3.2.8 – Utilizou-se da tabela da 3 página da NBR 13528/1995, para selecionar a taxa de carregamento, para que o ensaio durasse entre 10 e 80 segundos.

4.7.3.2.9 – Acoplou-se o equipamento de tração à pastilha. Visto na Figura 4.4.

4.7.3.2.10 – O esforço a tração foi aplicado de forma perpendicular ao corpo-de-prova, à taxa de carregamento foi escolhida até a ruptura do corpo-de-prova.

4.7.3.2.11 – Após a ruptura, examinou-se cada corpo-de-prova, para saber se não houve falha na colagem e verificando-se onde ocorreu a ruptura, assim enquadrando estes nas especificações do item 5.2 da NBR 13528/1995.

Figura 4.4 – Ensaio de resistência de aderência à tração.



Fonte: (Própria)

4.7.4 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (NBR 13279).

De acordo com a NBR 13279, o ensaio de determinação de resistência à compressão prescreve o método para a determinação da resistência à compressão de argamassas para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos, no estado endurecido.

4.7.4.1 – APARELHAGEM UTILIZADA

- Moldes de 5 cm x 10 cm;
- Misturador mecânico;
- Soquete metálico;
- Espátula;
- Máquina de ensaio a compressão, presente na Figura 4.5;
- Capeador de enxofre;
- Paquímetro;
- Placas de vidro;

4.7.4.2 – EXECUÇÃO DO ENSAIO

A NBR pede para ser moldados 4 (quatro) corpos-de-prova para cada idade. Foram moldados 4 (quatro) corpos-de-prova, atendendo as especificações da NBR 7215. Estes ficaram 48 horas no molde, a fim de manter sua integridade, visando alcançarmos melhores resultados na hora da ruptura.

Os quatro corpos-de-prova em questão foram capeados com enxofre, de acordo com a NBR 7215. Em seguida foram retiradas suas dimensões com o auxílio do paquímetro. Pós tais procedimentos, levou-se os corpos-de-prova para máquina de ruptura, obedecendo aos procedimentos da NBR 7215. Obtendo-se então a pressão em kilonewton (KN).

Figura 4.5 – Ensaio de resistência à compressão



Fonte: (Própria)

5 – ANÁLISES DOS RESULTADOS

5.1 – TRABALHABILIDADE, CONSISTÊNCIA, RELAÇÃO DE ÁGUA E TEMPO DE SARRAFEAMENTO.

Nas 3 (três) argamassas estudadas, todas apresentaram características distintas, como a trabalhabilidade, plasticidade, teor de ar incorporado e índice de consistência. O uso do polímero Imperfix Acrílico, foi o fator modificador em questão.

Primeiramente, o polímero citado, agiu como redutor da relação de água. Na argamassa de referência (AR), utilizamos 6,5 litros de água para cada 40 kg de argamassa, esta relação caiu quando adicionado o aditivo, passando então para 5,1 litros (0,6 na diluição

do polímero e 4,5 para chegar à trabalhabilidade desejada) para a ACR 0,6 e 4,5 litros para a ACR 1,0, utilizando de 1 litro para diluir o polímero e 3,5 para chegarmos à consistência desejada.

Um fator muito evidente foi o ganho de trabalhabilidade em relação à adição do polímero, quanto maior o teor do polímero, maior a trabalhabilidade e mais fácil seu manuseio e aplicação. Em palavras do operário que aplicou a argamassa, a massa ficou muito mais “macia”.

O Imperfix ajudou significativamente no ponto de sarrafeamento da argamassa. Na argamassa de referência (AR), seu ponto foi de 11 minutos após o término da aplicação da massa, já para a ACR 0,6, este tempo caiu para 8 minutos e o da ACR 1,0 foi para 7 minutos.

5.2 – TEORES DE AR INCORPORADO

O polímero utilizado agiu como incorporador de ar nas argamassas estudadas, possivelmente influenciando na trabalhabilidade. De acordo com OHAMA (1984) em suas pesquisas realizadas com concreto, à medida que aumenta a relação polímero/cimento, ocorre um aumento no teor de ar incorporado.

Temos 2 (duas) evidências desse acontecimento, a primeira é a relação dos pesos dos corpos de provas, que se encontra presente no estudo do tópico 5.6, neste fica evidente a incorporação de ar nos corpos de provas devido ao seu peso seco e seu peso imerso em água.

A maior evidência encontrada é a visual, a Figura 5.1 mostra facilmente a porosidade destes moldes devido ao aumento da quantidade de polímero utilizada. Ressaltando que todos foram moldados igualmente e respeitando o item 3.5.2.2 da NBR7215.

Figura 5.1 – Corpos de provas com identificação dos teores dos polímeros



Fonte: (Própria)

5.3 – RESISTÊNCIAS A ADERÊNCIA A TRAÇÃO

As comparações em termos de aderência foram feitas a partir da idade de 14 dias, citado no decorrer da discussão do trabalho.

Tivemos 2 (dois) tipos de substratos, alvenaria de bloco cerâmico com e sem chapisco. No entanto, devido à cura imprópria do chapisco, ocorreu um efeito inesperado. Este diminuiu a resistência da aderência à tração, evidenciado pelos resultados da tabela presente na Figura 5.2, Figura 5.3 e Figura 5.4. Todas as pastilhas arrancadas romperam exatamente na junção do chapisco com a argamassa ou na junção do chapisco com a alvenaria.

Segundo os diretores da empresa JCGontijo Engenharia, o chapisco tem a função de não deixar o bloco cerâmico retirar a água da argamassa, contribuindo assim para cura da argamassa aplicada. No entrando, para que o chapisco seja eficiente, este deve ser ralo, apenas para regularizar a base, deve também ser curado de forma eficiente, para que quando seco, fique firme e não solte fragmentos. Segundo os diretores, caso o chapisco não esteja com essas características, ele faz o efeito contrario, ou seja, diminui a resistência de aderência. Assim podemos constatar que o chapisco elaborado para este trabalho, ficou condenado, fazendo com que a resistência caísse de forma significativa.

Figura 5.2 – Resistência a Aderência AR

ARGAMASSA DE REFERÊNCIA							
ARGAMASSA DE REFERÊNCIA "SEM" CHAPISCO							
Corpo-de-prova	Carga de Ruptura (N)	Área CP (mm²)	Tensão (Mpa)	Espessura do Revestimento (mm)	Fórmula da Ruptura		
					Interface resvest./ Substrato (%)	Argamassa de revestimento (%)	Ruptura do substrato (%)
AR - 1	534,1	1578,39	0,34	20,64	100		
AR - 2	490	1596,75	0,31	14,75		100	
AR - 3	445,9	1591,80	0,28	18,73	100		
AR - 4	905,52	1593,92	0,57	18,07	85		15
AR - 5	38,22	1581,21	0,02	25,29	100		
AR - 6	500,78	1579,10	0,32	18,92	100		
					Média das Tensões: 0,36		
ARGAMASSA DE REFERÊNCIA "COM" CHAPISCO							
Corpo-de-prova	Carga de Ruptura (N)	Área CP (mm²)	Tensão (Mpa)	Espessura do Revestimento (mm)	Fórmula da Ruptura		
					Interface resvest./ Substrato (%)	Argamassa de revestimento (%)	Ruptura do substrato (%)
AR - 1	435,12	1578,39	0,28	21,36	93	7	
AR - 2	372,4	1574,87	0,24	19,92	50	50	
AR - 3	57,82	1580,50	0,04	24,83	100		
AR - 4	398,86	1576,98	0,25	19,30	100		
AR - 5	421,4	1572,76	0,27	18,44	100		
AR - 6	219,52	1576,98	0,14	15,31	5	95	
					Média das Tensões: 0,26		

Fonte: (Própria)

Figura 5.3 – Resistência a Aderência ACR 0,6

ARGAMASSA ACR 0,6							
ARGAMASSA ACR 0,6 "SEM" CHAPISCO							
Corpo-de-prova	Carga de Ruptura (N)	Área CP (mm ²)	Tensão (Mpa)	Espessura do Revestimento (mm)	Fórmula da Ruptura		
					Interface resvest./ Substrato (%)	Argamassa de revestimento (%)	Ruptura do substrato (%)
ACR 0,6 - 1	946,68	1810,26	0,52	19,47		80	20
ACR 0,6 - 2	950,6	1808,00	0,53	16,48		80	20
ACR 0,6 - 3	309,68	1790,70	0,17	19,54		100	
ACR 0,6 - 4	776,16	1782,46	0,44	20,17		95	5
ACR 0,6 - 5	373,38	1800,47	0,21	19,67		100	
Média das Tensões:							0,42
ARGAMASSA ACR 0,6 "COM" CHAPISCO							
Corpo-de-prova	Carga de Ruptura (N)	Área CP (mm ²)	Tensão (Mpa)	Espessura do Revestimento (mm)	Fórmula da Ruptura		
					Interface resvest./ Substrato (%)	Argamassa de revestimento (%)	Ruptura do substrato (%)
ACR 0,6 - 1	932,96	1798,96	0,52	14,98	50	50	
ACR 0,6 - 2	145,04	1798,21	0,08	14,51		100	
ACR 0,6 - 3	311,64	1792,95	0,17	17,50	100		
ACR 0,6 - 4	411,6	1795,21	0,23	19,33	50	50	
ACR 0,6 - 5	355,74	1795,21	0,20	18,32	100		
Média das Tensões:							0,28

Fonte: (Própria)

Figura 5.4 – Resistência a Aderência ACR 1,0

ARGAMASSA ACR 1,0							
ARGAMASSA ACR 1,0 "SEM" CHAPISCO							
Corpo-de-prova	Carga de Ruptura (N)	Área CP (mm²)	Tensão (Mpa)	Espessura do Revestimento (mm)	Fôrma da Ruptura		
					Interface resvest./ Substrato (%)	Argamassa de revestimento (%)	Ruptura do substrato (%)
ACR 0,6 - 1	597,8	1791,45	0,33	18,97	100		
ACR 0,6 - 2	695,8	1777,98	0,39	20,45	100		
ACR 0,6 - 3	160,72	1771,26	0,09	20,04	100		
ACR 0,6 - 4	329,28	1690,15	0,19	18,13	100		
ACR 0,6 - 5	388,08	1782,46	0,22	20,57	100		
					Média das Tensões:		0,28
ARGAMASSA ACR 1,0 "COM" CHAPISCO							
Corpo-de-prova	Carga de Ruptura (N)	Área CP (mm²)	Tensão (Mpa)	Espessura do Revestimento (mm)	Fôrma da Ruptura		
					Interface resvest./ Substrato (%)	Argamassa de revestimento (%)	Ruptura do substrato (%)
ACR 0,6 - 1	339,864	1769,02	0,19	16,02		100	
ACR 0,6 - 2	330,26	1726,05	0,19	16,30	100		
ACR 0,6 - 3	564,48	1761,57	0,32	20,46	100		
ACR 0,6 - 4	174,44	1740,06	0,10	20,01	100		
ACR 0,6 - 5	290,08	1760,83	0,16	20,49	100		
					Média das Tensões:		0,19

Fonte: (Própria)

No entanto, comparando os resultados no substrato alvenaria sem chapisco, das Figuras 5.2 e 5.3, observa-se um aumento considerável da resistência à aderência na ACR 0,6, quando acrescido os 0,6 litros de polímeros para cada 40 kg de argamassa. Tal teor ficou dentro do recomendado pelo fabricante do Imperfix, este teor se aproximou no mínimo recomendado, que seria 0,628 litros para cada 40 kg de argamassa. No caso o mínimo recomendável se tornou muito eficiente, aumentando sua resistência em aproximadamente 17%.

Porém não ocorreu o mesmo para a argamassa ACR 1,0, houve o acréscimo de 1,0 litros de polímero para cada 40 kg de argamassa, o fabricante recomenda utilizar no máximo 1,05 litros para cada 40 kg da argamassa. Evidenciado nos cálculos da Figura 5.2 e Figura 5.4, ocorreu uma grande queda na resistência da ACR 1,0. Esta quando comparada a argamassa de referência, ficou com resistência aproximadamente 22% abaixo. Podendo necessitar de uma praza maior de cura para chegar à resistências maiores.

5.4 – RESISTÊNCIAS À COMPRESSÃO

Na ficha técnica da argamassa multiuso utilizada, o fabricante garante uma resistência mínima de 13 Mpa aos 28 dias. No caso deste trabalho, na AR (argamassa de referência), aos 14 dias, a resistência a compressão chegou a aproximadamente isto, chegando a uma média de 11,85 Mpa aos 14 dias (Figura 5.5). Então, provavelmente, quando chegar as 28 dias, esta resistência mínima vai ser alcançada.

Devido ao acréscimo do polímero, houve uma grande incorporação de ar na massa (Figura 5.1), esta incorporação aumenta a trabalhabilidade, mas diminui drasticamente a resistência à compressão das argamassas, observado nos cálculos da Figura 5.5.

Quanto mais polímero utilizado, maior a queda na resistência a compressão, fica bem evidente quando analisado as argamassas AR, ACR 0,6 e ACR 0,8. A argamassa acrescida de 0,6 litros de aditivo ficou com resistência a compressão cerca de 45% menor do que a argamassa de referência. A argamassa acrescida de 1,0 litros de polímero ficou com resistência 51% inferior a AR e 11% inferior a ACR 0,6.

Figura 5.5 – Resultados dos ensaios a compressão

ARGAMASSA DE REFERÊNCIA						
Corpo-de-prova	Carga de Ruptura (KN)	Seções CP (mm) 1	Seções CP (mm) 2	Seções CP (mm) 3	Área CP (m ²)	Resistência à compressão (MPa)
AR - 2	23,77	50,16	50,13	50,26	1,978	12,02
AR - 3	24,22	50,17	50,14	50,12	1,975	12,27
AR - 4	22,56	50,21	50,17	50,07	1,975	11,42
AR - 1	23,17	50,31	50,15	50,13	1,979	11,71
					Média:	11,85
ARGAMASSA ACR 0,6						
Corpo-de-prova	Carga de Ruptura (KN)	Seções CP (mm) 1	Seções CP (mm) 2	Seções CP (mm) 3	Área CP (m ²)	Resistência a compressão (MPa)
ACR 0,6 - 2	12,36	50,06	50,00	50,12	1,968	6,28
ACR 0,6 - 6	13,32	50,08	50,17	50,17	1,974	6,75
ACR 0,6 - 7	13,54	49,99	50,20	50,24	1,975	6,86
ACR 0,6 - 10	12,32	50,03	50,02	50,03	1,966	6,27
					Média:	6,54
ARGAMASSA ACR 1,0						
Corpo-de-prova	Carga de Ruptura (KN)	Seções CP (mm) 1	Seções CP (mm) 2	Seções CP (mm) 3	Área CP (m ²)	Resistência a compressão (MPa)
ACR 1,0 - 1	11,85	50,13	49,99	50,01	1,967	6,02
ACR 1,0 - 6	11,88	50,09	50,07	50,17	1,972	6,02
ACR 1,0 - 7	12,04	49,94	50,06	50,03	1,964	6,13
ACR 1,0 - 10	10,14	49,88	50,00	49,82	1,956	5,19
					Média:	5,84

Fonte: (Própria)

5.5 – RESISTÊNCIAS À TRAÇÃO POR COMPRESSÃO

Igualmente relatado no item 5.4, a incorporação de ar na argamassa, evidenciado pela Figura 5.1, afetou também a resistência à tração por compressão diametral. Quando mais polímero adicionado, maior a incorporação de ar e menor a resistência obtida neste ensaio.

Ilustrado na Figura 5.6 e comparando as médias dos resultados obtidos, vemos que a argamassa ACR 0,6 teve uma queda de 27% na resistência quando comparada a argamassa de referência (AR). Já a argamassa ACR 1,0, teve uma queda de 37% em relação a AR e uma queda de 14% em relação a ACR 0,6.

Figura 5.6 – Resultados do ensaio a tração por compressão

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRACÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL				
ARGAMASSA DE REFERÊNCIA				
Corpo-de-prova	Carga de Ruptura (KN)	Seções CP (mm) 2	Seções L - CP (mm) 2	Resistência à compressão (MPa)
AR - 6	13,84	50,19	98,31	0,0056
AR - 7	15,96	50,21	98,52	0,0064
AR - 5	13,78	50,10	98,66	0,0056
				0,0059
ARGAMASSA ACR 0,6				
Corpo-de-prova	Carga de Ruptura (KN)	Seções CP (mm) 2	Seções CP (mm) 2	Resistencia a compressão (MPa)
ACR 0,6 - 1	11,11	50,02	100,00	0,0044
ACR 0,6 - 3	10,44	50,17	98,55	0,0042
ACR 0,6 - 9	10,86	50,13	99,82	0,0043
				0,0043
ARGAMASSA ACR 1,0				
Corpo-de-prova	Carga de Ruptura (KN)	Seções CP (mm) 2	Seções CP (mm) 2	Resistencia a compressão (MPa)
ACR 1,0 - 2	9,92	49,96	101,00	0,0039
ACR 1,0 - 5	8,69	50,09	99,81	0,0035
ACR 1,0 - 10	9,16	49,94	100,56	0,0037
				0,0037

Fonte: (Própria)

5.6 – ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO

Devido ao aumento da porosidade das argamassas aditivadas, houve um aumento na porcentagem de absorção de água destas. Este aumento, de certa forma, não foi brusco. Evidenciado na Figura 5.7, o aumento ocorrido da argamassa acrescida de 0,6 litros de polímero foi de aproximadamente 2% em relação à argamassa de referência, enquanto que a argamassa acrescida de 1,0 de polímero teve um aumento da absorção de água de 2,12% em relação a AR, praticamente idêntico à relação da ACR 0,6 com a AR. Acreditando-se então que se utilizar maior quantidade do polímero, esta relação não irá variar de forma significativa.

Figura 5.7 – Resultados do ensaio de absorção de água por imersão.

DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO					
ARGAMASSA DE REFERÊNCIA					
Corpo-de-prova	Peso do CP imerso aos 14 dias (g)	Peso do CP seco a 72h (g)	Peso do CP imerso a 72h (g)	Diferença (g)	Porcentagem da diferença (%)
AR - 8	440,3	391,5	433,9	42,4	10,83
AR - 9	453,8	403,8	447,7	43,9	10,87
AR - 10	441,8	394,2	436,3	42,1	10,68
				Média (%):	10,79
ARGAMASSA ACR 0,6					
Corpo-de-prova	Peso do CP imerso aos 14 dias (g)	Peso do CP seco a 72h (g)	Peso do CP imerso a 72h (g)	Diferença (g)	Porcentagem da diferença (%)
ACR 0,6 - 4	392,4	347,3	390,1	42,8	12,32
ACR 0,6 - 5	389,2	342,7	387,5	44,8	13,07
ACR 0,6 - 8	389,2	343,9	387,9	44	12,79
				Média (%):	12,73
ARGAMASSA ACR 1,0					
Corpo-de-prova	Peso do CP imerso aos 14 dias (g)	Peso do CP seco a 72h (g)	Peso do CP imerso a 72h (g)	Diferença (g)	Porcentagem da diferença (%)
AR - 8	376,6	332,8	375,3	42,5	12,77
AR - 9	380,9	336,1	379,8	43,7	13,00
AR - 10	386,5	341,5	385,7	44,2	12,94
				Média (%):	12,91

Fonte: (Própria)

6 – CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 – CONCLUSÃO

Com o decorrer do trabalho, a discussão presente nele e uma análise dos dados apresentados, observa-se alguns fatores determinantes, são eles:

- Ocorreu uma melhora grande na trabalhabilidade das argamassas que foram modificadas com o polímero, quando mais polímero, melhor sua trabalhabilidade.
- Com a adição do aditivo, a argamassa necessitou de menos água para chegar ao ponto ideal de aplicação. Tendo uma redução de 22% na ACR 0,6 e de 31% na ACR 1,0 em relação à argamassa de referência.
- Um dos fatores que influenciou ao ganho da trabalhabilidade foi à incorporação de ar na massa devido ao acréscimo do Imperfix. Quando mais aditivo maior a incorporação de ar e maior a porosidade da argamassa.
- Com base nas discussões do chapisco, ficou evidente que este não agiu da maneira esperada. Ao invés de ajudar a aumentar a resistência de aderência, ele atrapalhou. O chapisco deste trabalho foi condenado por isto.
- Um dos fatores mais intrigantes dos ensaios foi que a resina acrílica utilizada aumentou à aderência a tração no teor 0,6 litros para cada 40 kg de argamassa e diminuiu a resistência quando acrescido o teor de 1,0 litros. Acreditando-se que para este teor ser eficiente, há a necessidade de uma cura superior aos 14 dias.
- Devido à incorporação de ar nas argamassas aditivadas, a resistência à compressão caiu bruscamente. A ACR 0,6 ficou 45% inferior a AR e a ACR 1,0 51% inferior a argamassa de referência, percebendo então, que o aditivo utilizado causa tal efeito.
- Seguindo o mesmo conceito da resistência a compressão, ocorreu de forma equivalente e devido aos mesmos fatores, a diminuição da resistência à tração por compressão diametral.
- Devido à incorporação de ar nos traços das massas trabalhadas, estas ficaram mais porosas e de tal modo aumentou a absorção de água por imersão. No entanto, há um

equilíbrio da porcentagem de absorção nos dois teores de aditivos aplicados, sugerindo um equilíbrio para teores mais elevados de polímeros.

6.2 – SUJESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para complementar a pesquisa e ajudar a qualificar o aditivo Imperfix, podem ser sugeridos alguns trabalhos e enfoques do tema em questão:

- Utilizar mais idades de rompimentos, 3, 7, 14, 21 e 28 dias, assim observando o comportamento do polímero.
- Utilizar outros tipos de substratos, como os blocos de concreto.
- Utilizar-se de maiores variações dos teores do polímero.
- Aplicar este em argamassas batidas em obra, com traços variados.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7222**; Argamassa e concreto – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778**; Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão – Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528**; Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279**; Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1995.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215**; Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**; “Revestimento de paredes e tetos com argamassas: materiais, preparo, aplicação e manutenção” Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13277**; Argamassa para Assentamento de Paredes e Revestimentos de Paredes e Tetos - Determinação da Retenção de Água. Rio de Janeiro, 1995.
- LEONE, L. M. ; BOTTURA B. & SABBATINI H. (1998), “Recomendações para a execução de revestimento de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos” – São Paulo, 1998.
- COSTA L. (1998) , “Materiais Técnicas e Estruturas I/ PUCRS/ Faculdade de Arquitetura – Argamassa de revestimento, capítulo IV”.
- OLIVEIRA A. C. (1999) ; “Contribuição aos estudos de argamassa modificadas com polímero de base látex” – Brasília, 1999.
- CINCOTTO, M. A. (1996). “Patologia das Argamassa de Revestimento: Análise e recomendações’. Tecnologia de Edificações. Editora Pini, São Paulo, p 549-554.
- CINCOTTO, M. A. ; SILVA, M. A C. & CARAZEK, H. (1995) “ Argamassas de revestimento: Características, Propriedades e Métodos de Ensaio” . Boletim 68 - IPT, São Paulo.
- BOLORINO, H. ; CINCOTTO, M. A .(1997), “A Influência do Tipo de Cimento nas Argamassas”. II Simpósio Brasileiro de tecnologia das Argamassas realizado em Salvador-Bahia em abril de 1997. P15-25.
- CANDIA, M., C (1997). “Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desempenho dos revestimentos argamssados”. Exame de Qualificação. Escola Politécnica da USP.

- SABBATINI, F. H. “O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária. São Paulo, 1984 (Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da USP. Departamento da Universidade de São Paulo.
- BAUER & CARASEK (1998) “Curso sobre Tecnologia das Argamassas de Revestimento”.
- SELMO, S. M. S. (1989). “Dosagem de Argamassas de Cimento Portland e Cal para Revestimento Externo de Fachadas de Edifícios”. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo-SP.
- ROSSELLO, M. T. V. “Morteros de cimento para albañileria”. Madri, Instituto Eduardo Torroja, 1976.55p.
- CARASEK, H. DJANIKIAN, J. G (1993). “Avaliação da Trabalhabilidade para Argamassas de Assentamento e Revestimento”. Congresso Brasileiro de Cimento, Anais. São Paulo ABCP, p 407-426.
- CARASEK, H. (1996); “Aderência de argamassas à base de cimento portland a substratos porosos - Avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo de ligação”. Tese de doutorado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- METHA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. (1994). “Concreto: estrutura, propriedades e materiais”. São Paulo, Ed. Pini.
- KINNLOCH, A J. (1987) “ Adhesion and Adhesives: Science and Technology”. Department of mechanical Engineering and Technology, University of London. Londres Inglaterra.
- WAKE, W. C.,(1977), “Developments in Adhesives”. Editora Applied Science Publishers LTDA. Londres, Inglaterra.
- MAILVAGNAM, N.,P. (1991). “Repair and protecion of concret structures” TA681 .R36.
- OHAMA, Y. (1987) “ Principle of Latex Modification and Typical Properties of Latex-Modified Mortars and Concretes,”(ACI MATERIALS JOURNAL, Technical Paper).

- FOLIC, R.J.; RANDONJAININ, V.S., (1999) "Experiemntal research on Polymer Modified Concrete" (ACI MATERIALS JOURNAL, Technical Paper).