



**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA
À COMPRESSÃO DO CONCRETO DO SUBSTRATO NA RESISTÊNCIA
DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DO REVESTIMENTO DE ARGAMASSA
APLICADO SOBRE ESTE CONCRETO.**

GABRIEL FERREIRA BRITO

SÃO PAULO

2018



**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA
À COMPRESSÃO DO CONCRETO DO SUBSTRATO NA RESISTÊNCIA
DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DO REVESTIMENTO DE ARGAMASSA
APLICADO SOBRE ESTE CONCRETO.**

Trabalho de Conclusão do Curso de Pós
Graduação em Patologia nas Obras Civas para
obtenção do grau de especialista.

Prof. Orientador: M. Sc. Luís César De Luca

SÃO PAULO

2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter possibilitado concluir mais este importante trabalho na minha vida.

Ao engenheiro civil prof. De Luca pela compreensão e valiosa colaboração nas orientações deste trabalho.

Aos membros da banca avaliadora, por participarem na avaliação deste trabalho.

Ao Instituto IDD por prestar um serviço de alta qualidade na formação técnica e profissional de seus alunos

Agradeço a Basefort Argamassas e Concretos por emprestar suas instalações para execução os ensaios.

Agradeço também aos laboratórios Bianco pela execução dos ensaios de aderência e rompimento dos concretos de alta resistência.

FOLHA DE APROVAÇÃO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA
À COMPRESSÃO DO CONCRETO DO SUBSTRATO NA RESISTÊNCIA
DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DO REVESTIMENTO DE ARGAMASSA
APLICADO SOBRE ESTE CONCRETO.**

Por

Gabriel Ferreira Brito

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

Americana (SP) 21 de Julho de 2018.



Prof. Esp. José Mário Andrello



Prof. Esp. André Tadeu Moreno Figueiró



Prof. Esp. Ricardo Tadeu Pinto de Faria

RESUMO

Para evitar o surgimento de possíveis manifestações patológicas como o deslocamento do revestimento de argamassa, foi desenvolvido este trabalho, que teve como objetivo avaliar a influência da resistência característica à compressão do concreto do substrato na resistência à aderência à tração da argamassa de revestimento aplicada sobre este concreto. Para tanto foi desenvolvido um programa experimental onde foram moldados placas de concreto com 4 (quatro) níveis diferentes de resistência à compressão (30, 50, 80, 95 MPa). As superfícies das placas foram tratadas apenas com água em alta pressão sendo realizado posteriormente o chapisco e lançamento da argamassa de forma manual. O programa experimental contemplou a caracterização dos materiais, o preparo e sua aplicação. Após isto foram realizados os ensaios de arrancamento da argamassa, conforme NBR 13528 por um laboratório terceirizado (Bianco). Por fim observou-se que os resultados de resistência da aderência à tração do revestimento de argamassa são afetados pela resistência à compressão do concreto do substrato.

Palavras Chave: Argamassa de reboco; Resistência a aderência, Concreto de alta resistência à compressão.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	9
1.1.	PROBLEMA DE PESQUISA.....	10
1.2.	OBJETIVOS.....	10
1.2.1.	Objetivo Geral.....	10
1.3.	HIPÓTESE	10
1.4.	JUSTIFICATIVAS.....	11
1.4.1.	Tecnológica.....	11
1.4.2.	Econômica.....	11
1.4.3.	Sociais	12
1.4.4.	Ecológicas	12
1.5.	PROCEDIMENTO METODOLOGICO	12
1.6.	APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	13
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1.	CONCRETO	14
2.1.1.	Materiais Constituintes	14
2.1.1.1.	Cimento.....	14
2.1.1.2.	Adições Minerais	16
2.1.1.3.	Agregado (Miúdo e Graúdo).....	16
2.1.1.4.	Aditivos Químicos	17
2.1.1.5.	Água.....	18
2.1.2.	CAD – Concreto de Alto Desempenho	18
2.1.2.1.	Considerações – Dosagem	21
2.1.3.	Ensaio de Resistência à Compressão	21
2.2.	ARGAMASSA DE REVESTIMENTO.....	22
2.2.1.	Composição do Revestimento	22

2.2.1.1.	Base – Substrato.....	23
2.2.1.2.	Chapisco.....	24
2.2.1.3.	Emboço	25
2.2.1.4.	Reboco	25
2.2.2.	Propriedades dos Revestimentos	26
2.2.2.1.	Trabalhabilidade e Plasticidade	26
2.2.2.2.	Consistência	27
2.2.2.3.	Retenção de Água	28
2.2.2.4.	Retração	29
2.2.2.5.	Aderência	29
2.2.2.6.	Permeabilidade.....	31
2.2.3.	Patologias dos Revestimentos.....	32
2.2.3.1.	Descolamentos (placas, empolamento e pulverulência)	32
2.2.3.2.	Fissuras por Retração.....	33
2.2.3.3.	Fissuras Térmicas.....	35
2.2.3.4.	Fissuras causadas por movimentação higroscópia.	36
2.2.3.5.	Outras patologias	37
2.2.4.	Ensaio de Aderência à Tração	37
2.2.5.	Nível de Abertura de Porosidade	38
3.	PROGRAMA EXPERIMENTAL.....	40
3.1.	SISTEMATIZAÇÃO DO PROGRAMA EXPERIMENTAL 40	
3.2.	1º ETAPA – PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO	40
3.2.1.	Materiais Utilizados.....	41
3.2.1.1.	Cimento.....	41
3.2.1.2.	Agregado Miúdo	41

3.2.1.3.	Agregado Graúdo.....	41
3.2.1.4.	Aditivos e adições	41
3.2.2.	Dosagem	42
3.2.3.	Moldagem das placas.....	42
3.3.	2º ETAPA – EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO	44
3.3.1.	Tratamento da Superfície.....	44
3.3.1.	Execução do chapisco.....	45
3.3.2.	Execução do revestimento	46
3.1.	3º ETAPA – ENSAIOS DE RESISTÊNCIA DA ADERÊNCIA À TRAÇÃO.....	47
4.	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	48
4.1.	PLACA 1.....	48
4.2.	PLACA 2.....	49
4.3.	PLACA 3.....	51
4.4.	PLACA 4.....	52
4.5.	COMPILAÇÃO DOS RESULTADOS	54
4.6.	VERIFICAÇÃO ONE-WAY – ANOVA	55
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	58
5.1.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
5.2.	RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS ...	59
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
7.	ANEXO 1 – BOLETIM TÉCNICO – MULTIMASSA USO GERAL QUARTZOLIT	64

1. INTRODUÇÃO

Dentre as principais propriedades exigidas a uma argamassa de revestimento no estado endurecido destaca-se a aderência ao substrato. Apesar de sua importância, a incidência de problemas relacionados com a perda ou a falta de aderência de argamassas tem se acentuado, tornando-se hoje uma grande preocupação para as empresas construtoras e aumentando o passivo ambiental da construção civil, em função da diminuição da vida útil dos revestimentos. As condições de exposição a que os revestimentos de argamassa estão submetidos, decorrentes da pequena rigidez das edificações, da ação do vento em edifícios de grande altura e da diminuição excessiva nos prazos de construção, não vêm sendo atendidas pelas argamassas e técnicas executivas atuais, o que justifica a realização de estudos científicos relacionados ao tema (Kazmierczak, Brezezinski e Collatto, 2007).

A lista de fatores que interferem no desempenho dos revestimentos de argamassa é enorme e inclui desde as características da base e os materiais empregados até as condições ambientais e os métodos de aplicação utilizados.

Neste trabalho será realizada uma análise da aderência do revestimento de argamassa em diferentes tipos de substrato, com foco principal nas superfícies de concreto de alta resistência à compressão.

Nos últimos anos, diversos estudos foram realizados com o objetivo de identificar a influência das características do substrato na aderência do revestimento como Kazmierczak, Brezezinski e Collatto, 2007 e Carasek et al. (2001). Os autores concluíram que a aderência de uma mesma argamassa, aplicada sobre diferentes tipos de base, será diferente. Scartezini e Carasek (2003), utilizando blocos de concreto e cerâmico e realizando diversos tipos de preparo da base (umedecimento, chapisco com cimento e areia e chapisco com pasta de cal), sob os quais foi aplicada argamassa, constataram que o tipo de substrato é o principal responsável pela resistência de aderência, e que a elevada rugosidade superficial existente nos blocos de concreto lhes confere aderência

superior aos blocos cerâmicos, inclusive permitindo a não adoção de chapisco nesses blocos (Kazmierczak, Brezezinski e Collatto, 2007).

Analisando a influência do uso do chapisco na resistência de aderência à tração de argamassas aplicadas sobre concretos estruturais, Cândia (1998) e Silva (2004), concluíram que nos concretos estruturais utilizados (com resistência variando entre 20 e 50 MPa), a aderência ocorreu principalmente pela deposição de produtos hidratados sobre o substrato, sendo que nos concretos de maior resistência praticamente não ocorreu penetração dos produtos hidratados provenientes da argamassa (Kazmierczak, Brezezinski e Collatto, 2007).

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

A resistência característica à compressão do concreto do substrato influencia na resistência da aderência à tração da argamassa de revestimento aplicada sobre este concreto?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Avaliar a influência da resistência característica à compressão do concreto do substrato na resistência à aderência à tração da argamassa de revestimento aplicada sobre este concreto.

1.3. HIPÓTESE

Presume-se que devido à baixa porosidade do concreto de alta resistência à compressão, a aderência do revestimento pode ficar comprometida, dificultando sua aplicação e favorecendo futuro descolamento.

1.4. JUSTIFICATIVAS

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

1.4.1. Tecnológica

O concreto de alta resistência à compressão tem tido uma larga aceitação na indústria de construção, principalmente no que visa à obtenção de obras com maior durabilidade, dispensando os gastos com manutenção de estruturas. A utilização de concretos de maior durabilidade deverá fazer com que obras de arte como pontes, viadutos, pavimentos e respectivas estruturas portantes possam ter, pelo menos, o dobro da durabilidade prevista inicialmente.

A sua baixa permeabilidade contribui para o controle de corrosão e carbonatação, além de proteger o concreto de ataques químicos e biológicos (Cordeiro, 2001).

Outro ponto que pode ser citado, está relacionado com o tamanho das seções das peças estruturais. A utilização do concreto de alta resistência pode reduzir o tamanho das seções das peças estruturais como pilares e vigas.

1.4.2. Econômica

A necessidade de manutenção do revestimento está altamente relacionada com a qualidade de aderência do mesmo ao substrato, os custos envolvidos nesta manutenção e retrabalho de possíveis descolamentos justificam o assunto que será tratado neste trabalho.

Um estudo realizado por Dal Molin e Wolf (1990), indica uma redução de cerca de 12% do custo de um edifício de 15 andares, ao se empregar

concreto de alto desempenho ($f_{ck} = 60 \text{ MPa}$) no lugar de um concreto convencional ($f_{ck} = 21 \text{ MPa}$). Foram considerados os consumos de concreto, armaduras e formas, além de gastos com a mão de obra. Outros fatores como desformas mais rápidas, ganho de área útil em virtude das menores seções das peças estruturais e possibilidade de confecção de elementos mais leves e esbeltos, podem elevar este valor de economia, justificando ainda mais seu emprego.

1.4.3. Sociais

Os revestimentos podem apresentar uma série de manifestações patológicas prejudiciais ao seu bom funcionamento no que se refere aos aspectos estéticos, bem como em relação às funções de proteção e isolamento.

Os descolamentos são os casos de manifestações patológicas mais comumente encontradas pelo Centro Tecnológico Falcão Bauer e podem colocar em riscos a segurança física das pessoas que transitam sob essas áreas.

1.4.4. Ecológicas

A má qualidade de execução dos revestimentos pode gerar a necessidade de manutenção precoce, gerando assim o consumo de novos materiais, o que afeta diretamente o meio ambiente e a quantidade de recursos que a humanidade utiliza.

1.5. PROCEDIMENTO METODOLOGICO

Na realização deste trabalho foi desenvolvido um programa experimental com intuito de comparar diversos resultados de resistência à

aderência à tração do revestimento de argamassa aplicados em substratos de concreto com diferentes valores de resistência à compressão.

1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Além deste primeiro capítulo que tratou do problema, objetivo, justificativa e procedimento metodológico, o trabalho se desenvolveu da seguinte forma:

No capítulo 2 foi realizado uma revisão bibliográfica sobre o assunto junto às normas aplicáveis, artigos científicos, dissertações, teses, monografias e livros editados.

O capítulo 3 apresenta o programa experimental de forma detalhada, constando o estudo de dosagem do concreto de alta resistência à compressão, definição das características da argamassa de chapisco, emboço e procedimento de aplicação. Apresenta ainda os ensaios de avaliação da aderência à tração da argamassa de revestimento conforme NBR 13.528, dentre outros ensaios e estudos que foram necessários para o desenvolvimento deste trabalho.

Assim os resultados obtidos foram compilados, apresentados e interpretados no capítulo 4.

E por fim o capítulo 5 apresenta as considerações finais e recomendações para futuros trabalhos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentada a definição dos materiais, métodos e conceitos que serão utilizados durante o trabalho.

Serão apresentados os tipos de revestimentos de argamassa e toda sua caracterização, a definição e caracterização do concreto de alta resistência à compressão e suas particularidades e ainda algumas patologias que podem ocorrer nos revestimentos decorrentes da falta de aderência ao substrato.

2.1. CONCRETO

O concreto é um material composto e suas propriedades dependem da proporção e propriedades de seus componentes, além da interação entre os mesmos (Neville, 1997). A escolha e adequação dos materiais constituintes compõem a primeira etapa na elaboração de um concreto específico para cada finalidade.

Segundo Aitcin (2000), o desempenho, a qualidade e o bom controle tecnológico durante a produção do concreto de cada componente tornam-se cruciais à medida que se almeja ganhos de resistência elevada.

2.1.1. Materiais Constituintes

2.1.1.1. Cimento

O cimento Portland é um material pulverulento, aglomerante hidráulico, composto basicamente por silicatos de cálcio e aluminatos de cálcio que misturados a água se hidratam e, depois de endurecidos, mesmo que sejam submetidos novamente a ação da água não se decompõem mais (Garcez, 2008).

A princípio o cimento Portland pode ser constituído unicamente de clínquer e de uma substância reguladora de pega, caracterizando o que se convencionou denominar “cimento Portland comum”. Entretanto, ao longo do

tempo, outros materiais começaram a ser utilizados em conjunto com o clínquer, constituindo os “cimentos com adições”. Desta forma, a ABNT define o cimento Portland em tipos e classes de acordo com os seus componentes e propriedades. A classe do cimento caracteriza sua resistência mínima potencial aos 28 dias, sendo dividida em três níveis: 25 MPa, 32 MPa e 40 MPa. A Tabela 1 apresenta a classificação dos principais tipos de cimentos comercializados no Brasil (Cordeiro, 2001).

Tipo de cimento	Sigla	Composição (percentual em massa)			
		Clínquer + gesso	Escória granulada de alto-forno	Material pozzolânico	Material carbonático
Comum	CP I	100	–		
	CP I – S	95 – 99	1 – 5		
Composto	CP II – E	56 – 94	6 – 34	–	0 – 10
	CP II – Z	76 – 94	–	6 – 14	0 – 10
	CP II – F	90 – 94	–	–	6 – 10
Alto-forno	CP III	25 – 95	35 – 70	–	0 – 5
Pozolânico	CP IV	45 – 85	–	15 – 50	0 – 5
Alta res. Inicial	CP V – ARI	95 – 100	–	–	0 – 5
Branco estrutural	CPB	75 – 100*	–	–	0 – 25

* No cimento branco é utilizado um clínquer com baixos teores de óxidos de ferro e manganês.
Obs.: Se a sigla do cimento estiver acrescida do sufixo RS significa que o cimento Portland é resistente aos sulfatos (por exemplo: CP III – 40 RS).

Tabela 1 – Classificação dos cimentos produzidos no Brasil segundo a ABNT.

Segundo Paulo Monteiro, qualquer tipo de cimento regulamentado pela ASTM pode ser utilizado para produzir concretos com reologia adequada e resistência à compressão superior a 60 Mpa, porém para maiores resistências com boa trabalhabilidade, é necessário o estudo da composição química do cimento, finura dos grãos e principalmente da compatibilidade entre suas partículas e o aditivo utilizado.

Dependendo dos diferentes tipos de cimento existem variações significativas na quantidade de água de amassamento para se obter o abatimento desejado, diferenças no consumo do material, aumento ou diminuição do calor de hidratação e sobretudo situações anti econômicas.

2.1.1.2. Adições Minerais

São materiais finamente moídos, adicionados à concretos e argamassas com a finalidade de melhorar ou adquirir propriedades especiais. De modo geral são utilizados na proporção de 5 a 70 % sobre a massa do cimento, onde é usado como adição ou em substituição a parte do cimento. Exemplos: Sílica ativa, filer calcário, escória de alto forno, cinza volante, cinza da casca de arroz e metacaulim (Silva, 2003).

As adições minerais possuem uma parcela fundamental na formulação do CAD, no caso específico da sílica ativa, que se trata de um material extremamente fino, de 10 a 100 vezes menor do que o grão de cimento e por esta propriedade proporciona o preenchimento dos vazios entre os grãos maiores de cimento, propiciando uma estrutura compacta. Além disso, a sílica ativa é uma pozolana altamente reativa, contribuindo também na resistência dos compostos hidratados da pasta (Silva, 2003).

2.1.1.3. Agregado (Miúdo e Graúdo)

Para Mehta e Monteiro (2008) a fase de definição do agregado é predominantemente responsável pela massa unitária, módulo de elasticidade e estabilidade dimensional do concreto. Estas propriedades são dependentes de sua densidade e resistência, dos quais, são determinadas mais pelas suas características físicas do que por sua estrutura.

Os agregados para concreto representam de 50% a 80% da massa de 1 (um) metro cúbico deste material de construção e, no Brasil, são constituídos quase que inteiramente de materiais e escassamente por resíduos industrializados inorgânicos (Silva, 2003).

Um dos principais requisitos para a escolha do agregado miúdo baseia-se na demanda de água de mistura. Segundo o ACI 363 (2010), um agregado miúdo de partículas arredondadas e textura lisa requer menor

quantidade de água e, por esta razão, é indicado para o concreto de alto desempenho. Como este concreto apresenta um alto teor de material fino (dosagem alta de cimento e uso de aditivos minerais), recomenda-se agregado miúdo de forma angular, módulo de finura acima de 3,0 e diâmetro máximo de 4,8 mm (ACI 363, 2010 e Canovas, 1988). Dal Molin (1995) comenta que a seleção do agregado miúdo está condicionada ao consumo de água, fator essencial para garantir uma relação água/aglomerante baixa.

2.1.1.4. Aditivos Químicos

A NBR 11768 (2010) define os aditivos como sendo produtos que adicionados ao concreto de cimento Portland em pequenas quantidades modificam algumas de suas propriedades, no sentido de melhor adequá-las a determinadas condições. De acordo com Neville (1997), o motivo do grande uso de aditivos químicos é a capacidade de proporcionar ao concreto consideráveis melhorias físicas e econômicas. Essas melhorias incluem o uso do concreto em condições nas quais seria difícil ou até mesmo impossível utilizá-lo sem aditivos.

O Comitê ACI 212 (2010) lista algumas finalidades importantes para as quais os aditivos químicos são empregados:

- Aumentar a plasticidade do concreto mantendo constante o teor de água;
- Reduzir a exsudação e a segregação;
- Retardar ou acelerar o tempo de pega do concreto;
- Acelerar a velocidade de desenvolvimento da resistência mecânica das primeiras idades;
- Retardar a taxa de evolução de calor durante a hidratação do cimento;
- Aumentar a resistência a ciclos de congelamento e descongelamento;
- Aumentar a durabilidade do concreto em condições extremas de exposição.

Os aditivos são classificados em virtude das alterações que causam nas propriedades do concreto fresco e/ou endurecido. Segundo Mehta (1996), os aditivos variam amplamente quanto à composição química e muitos desempenham mais de uma função; conseqüentemente, é difícil classificá-los de acordo com as suas funções. A Tabela 2 apresenta a classificação de aditivos químicos empregada no Brasil, segundo a NBR 11768 (2010).

<i>Tipo</i>	<i>Classificação</i>	<i>Tipo</i>	<i>Classificação</i>
P	Plastificante	A	Acelerador
R	Retardador	PA	Plastificante acelerador
PR	Plastificante retardador	IAR	Incorporador de ar
SP	Superplastificante	SPA	Superplastificante acelerador
SPR	Superplastificante retardador		

Tabela 2 – Classificação dos Aditivos Químicos segundo a NBR 11768 (2010).

2.1.1.5. Água

A água introduzida no concreto como um de seus componentes tem duas funções. Uma parte, denominada água de amassamento, contribui para garantir uma trabalhabilidade adequada. A outra permite o desenvolvimento das reações químicas no concreto, tanto de hidratação do cimento Portland, quanto reações pozolânicas com os aditivos minerais e/ou constituintes do cimento empregado. Segundo o ACI 363 (2010), os mesmos requisitos de qualidade exigidos para água de concretos convencionais devem ser cumpridos no concreto de alto desempenho.

2.1.2. CAD – Concreto de Alto Desempenho

O concreto de alto desempenho apresenta propriedades de resistência e durabilidade superiores aos dos concretos comuns. Em geral a diferença básica entre concreto comum e de alto desempenho está calçada na redução da relação

água/ cimento. O termo CAD – concreto de alto desempenho é utilizado na literatura por vários autores, como sendo os concretos que provêm de misturas que possuem alta trabalhabilidade, alta resistência e baixa permeabilidade, fazendo com que sejam especificados para estruturas que visem longa durabilidade, especialmente em estruturas sujeitas a meios agressivos.

A princípio cabe diferenciar a terminologia entre as expressões Concreto de Alto Desempenho e Concreto de Alta Resistência. Com intuito de esclarecer a adoção da denominação Concreto de Alto Desempenho ao longo de todo este trabalho, será citado a seguir um trecho transcrito de Pierre-Claude Aïtcin (1998) que nos diz:

“... Apesar do fato de que até agora concreto de alto desempenho tem sido utilizado principalmente em aplicações de alta resistência, é inevitável que num futuro muito próximo o concreto de alto desempenho seja mais especificado e usado pela sua durabilidade do que especificamente, pela sua alta resistência à compressão. Quando a comunidade da engenharia vier a entender isto, e modificar sua percepção do concreto de alto desempenho, a indústria da construção dará definitivamente um grande passo adiante.

Sem dúvida, pode haver casos onde o concreto de alto desempenho comporta-se como um concreto simplesmente mais resistente. No entanto, cabe ressaltar uma diferença significativa de que os concretos usuais se comportam como se fossem homogêneos e de forma isotrópica, tendo a pasta de cimento hidratada ou zona de transição como o elo mais fraco. No caso do CAD, pode-se considerar seu comportamento como não isotrópico, sendo o material constituído, distintamente, de pasta de cimento hidratada e agregados (Arquivo PUC-Rio).

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland o concreto de alto desempenho é um concreto com propriedade superior àqueles concretos tradicionais, sobretudo quanto à durabilidade e à resistência. Considera ainda:

Concreto tradicional: 15 a 35 MPa

Concreto de alto desempenho: > 35 MPa

Já o American Concrete Institute estabelece, no ACI 363 (2010), o valor de 41 MPa (6000 psi), como limite inferior para concretos de alta resistência, pois a prática de dimensionamento de estruturas está fundamentada em experimentos realizados em concretos com resistência à compressão inferior a 41 Mpa.

Com a redução da relação água / aglomerante nos concretos de alto desempenho, o ganho de compacidade, plasticidade e fluidez se dá pela adição de aditivos superplastificantes e aditivos minerais. A diminuição da relação água / cimento faz com que as partículas de cimento fiquem muito próximas umas das outras, com menor distância para percorrer para gerar uma ligação inicial e por conta disto, se mostra com maior resistência inicial e menos espaços livres, ou seja, menos porosidade, menor permeabilidade. A redução da relação água / material cimentício, diminui a tendência da água de amassamento vir para o exterior, implicando em maior cautela no processo de cura. A cura extremamente bem feita é fator essencial para a qualidade dos concretos de alto desempenho, devido à ausência de exsudação e baixa relação água / cimento.

O concreto de alto desempenho é obtido através de uma mistura de cimento, agregados, aditivos minerais e químicos e água, com uma baixa relação água/aglomerante. Aïtcin (1998) considera como baixos os valores menores que 0,40, baseado no fato de que é muito difícil, se não impossível, tornar trabalhável um concreto feito com os cimentos Portland mais comumente encontrados no mercado, sem a utilização de um aditivo superplastificante

2.1.2.1. Considerações – Dosagem

O'Reilly (1998) apud Cordeiro (2001) comenta que um dos objetivos fundamentais de um processo de dosagem é criar uma metodologia que considere as condições próprias de cada lugar e os recursos materiais disponíveis, para atingir características pré-definidas, sem, obviamente, elaborar regras gerais de aplicação do concreto

Muito trabalho ainda há de ser realizado antes que algum método de dosagem seja adotado e aceito de forma geral e, corroborando este entendimento Aitcin (2000) cita que a composição e otimização de mistura para CAD ,com seleção de todos os materiais, é uma ciência.

Usar o CAD requer uma série de cuidados para se evitar problemas recorrentes ao concreto comum. Afinal, a intenção ao se aplicar o concreto de alto desempenho é criar soluções. Não existe uma fórmula pronta para se obter um concreto mais resistente e com maior durabilidade. O que se tem são algumas indicações a serem observadas por quem determina o traço. "O método existe, mas se o cozinheiro não for bom, a comida não sai igual", compara Paulo Helene. O diretor do Ibracon complementa ao lembrar que "as questões não ocorrem isoladamente, mas num contexto amplo, a ser analisado em cada projeto". (Revista Técnica, 2003).

2.1.3. Ensaio de Resistência à Compressão

A resistência à compressão axial é de longe o ensaio mais utilizado para o controle do concreto, tanto pela facilidade de execução e baixo custo quanto pela sua importância na segurança das estruturas.

Para determinar a resistência à compressão de um concreto é necessário seguir o procedimento descrito na NBR 5739/2018 e deve-se realizar

a moldagem dos corpos prova cilíndrico de acordo com a norma técnica NBR 5738/2015.

2.2. ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

De acordo com a NBR 13.281 (ABNT, 2005), argamassa é a mistura homogênea de agregado(s), água e aglomerante(s) contendo ou não aditivo(s) com capacidade de endurecimento e aderência podendo esta ser dosada em obra ou instalações próprias (argamassa industrializada).

Uma argamassa de qualidade deve ser elaborada e produzida para obter o melhor desempenho e durabilidade (Santos, 2008).

Os revestimentos de argamassa têm como função proteger os elementos de vedação das edificações da ação direta dos agentes agressivos, auxiliar as vedações no cumprimento das suas funções, regularizar a superfície dos elementos de vedação, servir de base para aplicação de outros revestimentos ou constituir-se no acabamento final (Santos, 2008).

2.2.1. Composição do Revestimento

O revestimento de argamassa é constituído por diversas camadas com características e funções específicas, conforme exemplificado na figura 1:

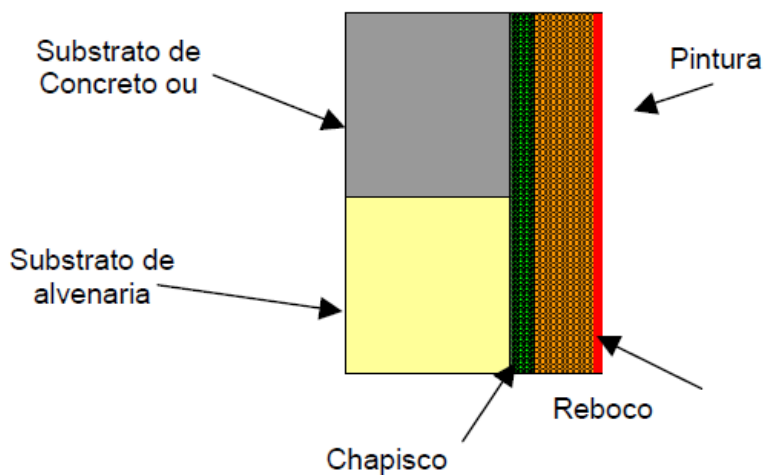


Figura 1 – Estrutura dos revestimentos de argamassa.

2.2.1.1. Base – Substrato

É a base para aplicação das camadas de revestimento, normalmente os mais empregados são as bases de alvenaria e estrutura de concreto. O substrato, principalmente aqueles que não são aplicados chapiscos, podem ter grande influência na qualidade final do revestimento em função da diversidade de características e textura: absorventes, impermeáveis, lisos, rugosos, rígidos e deformáveis (Santos, 2008).

Kazmierczak, Brezezinski e Collatto (2007) em seus estudos tecnológicos sobre a influência do substrato na resistência de aderência à tração e na distribuição de poros de uma argamassa, demonstram na figura 2 os valores da resistência de aderência à tração para cada tipo de substrato e preparo da base utilizada. Os resultados foram obtidos para as idades de 7 e 28 dias levando em conta que cada valor corresponde à média entre o mínimo de cinco determinações.

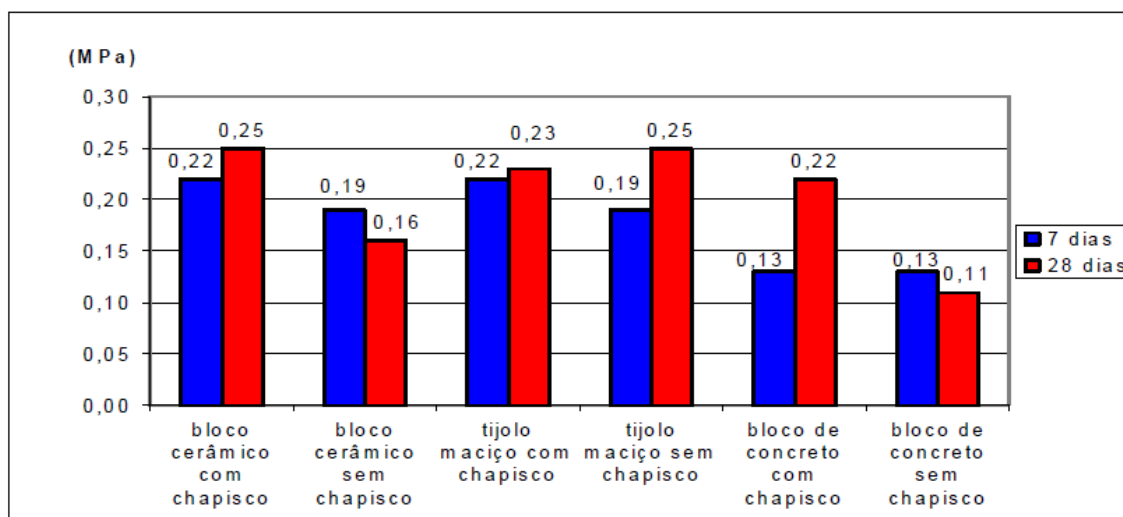


Figura 2 – Comparação de outros estudos sobre a resistência de aderência a tração.

Analisando os resultados apresentados e de acordo com a norma NBR 13.749 (ABNT, 2013), que prescreve os limites de resistência de aderência à tração (R_a) para emboço e camada única, podemos comprovar que os revestimentos aplicados sobre os substratos de bloco cerâmico chapiscado, tijolo maciço com e sem chapisco e bloco de concreto chapiscado atenderam as exigências especificadas, pois apresentaram resistências de aderência à tração acima dos 0,20 MPa exigidos pela norma. Para as demais opções de acabamentos não devem ser utilizados, pois estão abaixo dos 0,30 MPa exigidos (Santos, 2008).

2.2.1.2. Chapisco

Camada que serve de elemento de ligação entre o revestimento e o substrato, sua função é cobrir e regularizar a superfície da base e melhorar a aderência do revestimento (Santos, 2008).

Carasek (2007) define chapisco como a camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento.

Segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998), a argamassa de chapisco deve ser aplicada com uma consistência fluida, assegurando maior facilidade de penetração da pasta de cimento na base a ser revestida e melhorando a interface revestimento-base.

2.2.1.3. Emboço

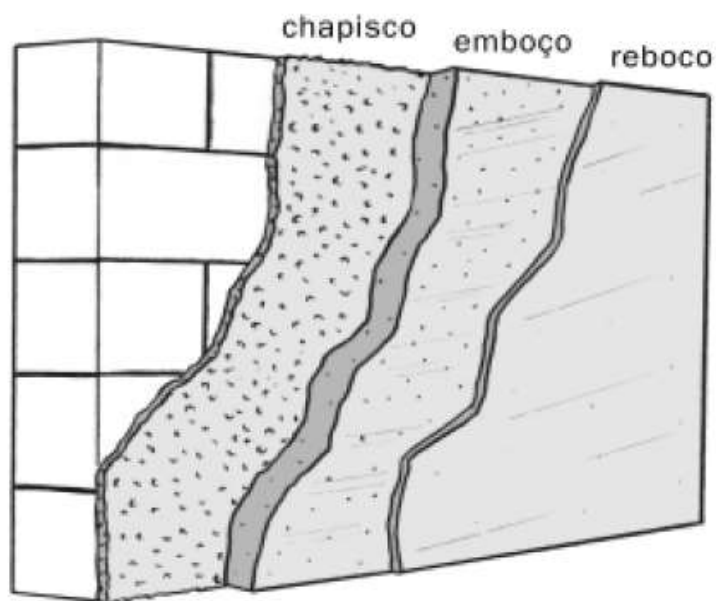
Segundo a ABNT (Manual do Revestimento) o emboço é a camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base com ou sem chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada de reboco ou de revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final.

2.2.1.4. Reboco

A camada de reboco é definida pela ABNT (Manual do Revestimento) como a camada de revestimento utilizada para o cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final.

Vale ressaltar que muitas obras utilizam apenas duas camadas de revestimento definido como camada única (emboço paulista), cumprindo as funções de emboço e reboco.

Na figura 3 esta apresentado uma ilustração das camadas de revestimento de argamassa.



Camadas do revestimento em argamassa

Figura 3 – Camadas de Revestimento de Argamassa

2.2.2. Propriedades dos Revestimentos

Para que as argamassas de revestimento possam atender às funções previstas, algumas propriedades como a trabalhabilidade, a retração, a plasticidade, a aderência, a permeabilidade à água, a resistência mecânica, dentre outras, tornam-se essenciais para as mesmas (Ferreira, 2010).

2.2.2.1. Trabalhabilidade e Plasticidade

Trabalhabilidade é a propriedade das argamassas no estado fresco que determina a facilidade com que elas podem ser misturadas, transportadas, aplicadas, consolidadas e acabadas, em uma condição homogênea. Uma argamassa é chamada trabalhável quando permite que o aplicador execute o serviço com boa produtividade, garantindo que o revestimento fique

adequadamente aderido à base e apresente o acabamento superficial especificado (Cincotto e Bolorino, 1997).

Para Carasek (2007), a trabalhabilidade garantirá não só as condições de execução, como também o adequado desempenho do revestimento em serviço. As propriedades da argamassa no estado endurecido serão afetadas pelas condições de aplicação (estado fresco). Se a argamassa não possuir a trabalhabilidade satisfatória e não garantir a sua correta aplicação, a aderência da mesma ao substrato poderá ser comprometida.

Outra propriedade associada à trabalhabilidade é a adesão inicial, ou seja, a capacidade de união da argamassa no estado fresco ao substrato. Ao ser lançada à parede, a argamassa deve se fixar imediatamente à superfície, sem escorrer ou desprender, permitindo manipulações que visam espalhá-la e acomodá-la, além de garantir o contato efetivo entre os materiais, proporcionando sua aderência após o endurecimento (Cincotto, Silva e Carasek, 1995).

Para Guimarães (2002), a plasticidade de um sistema é a expressão da possibilidade de uma pequena força externa causar o deslocamento de partículas em relação a outras, sem saírem de suas esferas de atração. No caso das argamassas, a plasticidade é definida como a característica que as tornam deslizantes e de fácil espalhamento, sem separação da água ou segregação do material sólido da mistura.

A consistência e plasticidade são os principais fatores condicionantes da propriedade trabalhabilidade e, por isso, algumas vezes são confundidas como sinônimos de trabalhabilidade (Carasek, 2007).

2.2.2.2. Consistência

Segundo Cincotto et al. (1995) a consistência das argamassas diz respeito à sua maior ou menor fluidez, está associada à capacidade da mistura em resistir ao escoamento. A argamassa pode ter a consistência seca, plástica ou

fluida. Aquelas com consistência mais fluidas representam misturas com menores valores de tensão de escoamento.

2.2.2.3. Retenção de Água

Segundo Cincotto et al. (1995) a retenção de água pode ser definida como a capacidade da argamassa fresca em manter sua consistência ou trabalhabilidade quando sujeita a solicitações que provocam perda de água de amassamento, seja por evaporação, por sucção ou por absorção pelo componente. Sem retenção adequada de água além de não se manter plástica o tempo suficiente para seu manuseio adequado, terá menor resistência quando endurecida. Argamassas de cal têm maior capacidade de retenção de água que as de cimento (maior finura, maior superfície específica, maior capacidade de adsorção de suas partículas e formação de um gel na superfície das partículas com até 100% de água em função do volume da partícula). O aumento da capacidade de retenção de água pode ser conseguido com aditivos (a base de celulose ou incorporadores de ar).

Além de interferir no comportamento da argamassa no estado fresco (como no processo de acabamento e na retração plástica), afeta também as propriedades da argamassa endurecida. Para que as reações químicas de endurecimento dos aglomerantes se efetuem de maneira apropriada, as argamassas dependem, em grande parte, de uma adequada retenção de água (Ferreira, 2010).

A retenção de água é alterada em função da composição das argamassas (Carasek, 2007). A figura 4 ilustra, de forma qualitativa, o aumento da retenção de água para diferentes argamassas.

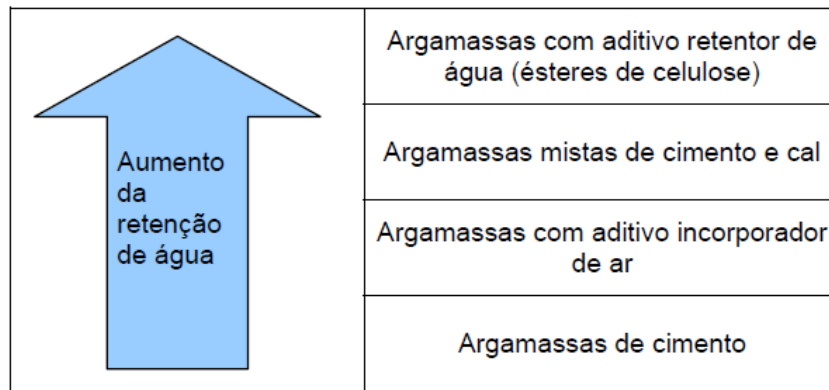


Figura 4 – Variação de Retenção de Água para Diferentes Argamassas (Carasek, 2007).

2.2.2.4. Retração

A retração nas argamassas acontece principalmente por causa da perda de água da argamassa para o ambiente, por evaporação, e para a base de aplicação. A retração evolui durante a pega e após o endurecimento das argamassas, em condições normais de exposição ao ar (Mehta e Monteiro, 2008).

Quando o clima está quente, seco e com ventos fortes acelerando a evaporação, a perda de água gera fissuras de retração. O mesmo ocorre quando a argamassa é aplicada sobre uma base muito absorvente. No entanto, quando a secagem é lenta a argamassa tem tempo para atingir uma resistência à tração necessária para suportar as tensões internas que surgem (Joisel, 1965).

2.2.2.5. Aderência

A aderência da argamassa endurecida ao substrato é um fenômeno essencialmente mecânico devido à penetração da pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros ou entre as rugosidades da base de aplicação. Quando a argamassa no estado plástico entra em contato com a superfície absorvente do substrato, parte da água de amassamento, que contém os componentes do aglomerante (em dissolução ou em estado coloidal), penetra pelos poros e

cavidades desse substrato. No interior deste, ocorrem fenômenos de precipitação dos produtos de hidratação do cimento e da cal, após algum tempo com a cura, esses precipitados intracapilares exercem ação de ancoragem da argamassa à base (Carasek et al. 2001).

Para Carasek (2007) a aderência deriva da conjugação de três propriedades da interface argamassa-substrato:

- a resistência de aderência à tração;
- a resistência de aderência ao cisalhamento;
- a extensão de aderência, sendo esta correspondente à razão entre a área de contato efetivo e a área total possível de ser unida.

Pesquisando a interação entre os diversos tipos de substrato e as diferentes características das argamassas de revestimento à base de cimento Portland, Carasek (1997) concluiu que o tipo de substrato, bem como o tipo de argamassa e o teor de umidade do substrato exercem influência na resistência de aderência. A autora obteve como resultado que com o aumento do teor de cimento resulta em um aumento na resistência de aderência, mas salienta que misturas muito ricas em cimento produzem revestimentos rígidos, que tendem a fissurar e, conseqüentemente, perder resistência de aderência ao longo do tempo. “As argamassas mistas com cal são mais flexíveis permitindo acomodar pequenas deformações, sem rompimento da ligação, apresentando, portanto maior durabilidade da aderência”.

A aderência é influenciada pelo tipo de cimento utilizado na argamassa. Quanto mais fino o cimento, maior a resistência de aderência obtida. Maiores valores de resistência de aderência são obtidos quando se emprega o CPV-ARI (alto resistência inicial) em comparação com os demais cimentos Portland. No entanto, deve-se ter atenção com o uso desta informação, uma vez que em virtude de sua maior finura, cimentos de alta resistência inicial podem levar à retração e fissuração do revestimento de modo mais fácil do que outros cimentos, considerando-se o mesmo consumo (Carasek, 2007).

A avaliação da aderência é realizada através do procedimento descrito na NBR 13.528 (ABNT, 2010) – Revestimentos de Paredes e Tetos de

Argamassas Inorgânicas – Determinação da Resistência de Aderência à Tração. O ensaio de resistência de aderência à tração é importante para verificar a interação entre as camadas constituintes do revestimento (base, camada de ligação, revestimento), determinando o valor da tensão de aderência máxima que o revestimento suporta, assim como qual a interface do revestimento que apresenta menor resistência as tensões atuantes no revestimento (Resende, 2010).

A tabela 3 apresenta as especificações quanto à resistência de aderência à tração para argamassas de emboço e camada única segundo a NBR 13749 (ABNT, 1996).

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

Tabela 3 – Resistência de aderência a tração necessária para argamassas de emboço e camada única.

2.2.2.6. Permeabilidade

A permeabilidade à água é uma propriedade que está relacionada com a função de estanqueidade da parede, que ganha bastante importância quando se trata de revestimentos de fachada. A umidade infiltrada pelas paredes poderá causar problemas que comprometem a saúde dos usuários e a estética do edifício, além de estar associada a manifestações patológicas como eflorescências, descolamentos e manchas de bolor e mofo (Carasek, 2007). A autora adverte,

entretanto, que de nada adianta uma argamassa de baixa permeabilidade à água, se o revestimento estiver todo fissurado, permitindo a penetração da água pelas aberturas.

2.2.3. Patologias dos Revestimentos

Os revestimentos podem apresentar uma série de manifestações patológicas prejudiciais ao seu bom funcionamento no que se refere ao aspecto estético, bem como as funções de proteção e isolamento (Bauer, 1997).

As falhas que ocorrem nos revestimentos podem ser causadas por deficiências de projetos, por desconhecimento das características dos materiais empregados e/ou emprego de materiais inadequados, por erros de execução, seja por deficiência de mão de obra, desconhecimento ou não observância das Normas Técnicas e por problemas de manutenção (Bauer, 1997).

2.2.3.1. Descolamentos (placas, empolamento e pulverulência)

Os descolamentos ocorrem de modo a separar uma ou mais camadas dos revestimentos de argamassa e apresentam extensão que varia desde áreas restritas até dimensões que abrangem a totalidade de uma alvenaria. Podem se manifestar com empolamento em placas, ou com pulverulência (Bauer, 1997).

As partes dos revestimentos de argamassas que se descolam englobam geralmente o reboco e o emboço e a ruptura ocorre na ligação entre essas camadas e a base (Bauer, 1997).

A placa pode se apresentar endurecida, quebrando com dificuldade, ou então quebradiça, podendo se partir com certa facilidade. Em ambos os casos o som produzido quando a superfície é submetida a percussão é cavo (Bauer, 1997).

As causas desta anomalia geralmente estão associadas à falta de aderência das camadas de revestimento à base. Um chapisco executado com areia

fina compromete a aderência à base na medida em que constitui uma camada de maior espessura, visando obter uma superfície com rugosidade adequada, e consequentemente gerando tensões devido à retração da argamassa (Bauer, 1997).

Não havendo água suficiente para hidratação das partículas de cimento que se localizam junto à face de contato da argamassa e a base, devido ao poder de sucção da água pela alvenaria ou concreto, a aderência fica comprometida. Nesse caso recomenda-se molhar bem a base antes da aplicação da camada de revestimento (Bauer, 1997).

Dentre as causas apresentas para esta anomalia, existem outras causas que podem gerar esta situação, como por exemplo, variações de temperatura, hidratação incompleta da cal, excesso de cimento, dentre outras.

Sabe-se que a aderência é obtida pela penetração da nata de cimento nos poros da base e endurecimento subsequente, e pelo efeito da ancoragem mecânica da argamassa nas reentrâncias e saliências macroscópicas da base (NBR 7200, 1998).

Uma preparação adequada da base fornecerá as condições necessárias para criação da ligação mecânica satisfatória.

2.2.3.2. Fissuras por Retração

A retração das argamassas é determinante para o aparecimento e desenvolvimento de fendas e fissuras. Esta propriedade não se constitui apenas num problema estético dos rebocos, pois a fissuração facilita a infiltração de água e penetração de agentes agressivos que vão acelerar os processos de degradação. No caso dos rebocos pode-se dizer que as tensões de tração inerentes à retração conduzem à fissuração do revestimento, enquanto que as de corte dão origem a perdas de aderência entre o reboco e o suporte, podendo provocar o seu destacamento (AGOSTINHO, 2008).

Para Thomaz (1989) as fissuras que ocorrem no revestimento argamassado quando fresco (retração química), são provocadas pela redução de volume da argamassa. Na fase de endurecimento (retração por secagem), as fissuras são decorrentes da evaporação da água, que gera forças capilares equivalentes às de uma compressão, produzindo sua diminuição de volume e consequentemente provocando as fissuras.

Segundo Thomaz (1989) dentre os fatores citados, a relação água/cimento é o que mais influencia a retração de um produto constituído por cimento. Em função da trabalhabilidade necessária, os concretos e argamassas normalmente são preparados com água em excesso, o que vem acentuar a retração.

A retirada excessiva de água das argamassas nas primeiras horas, pela sucção elevada do substrato, pode conduzir à formação de microfissuras na interface devido à retração plástica, que por sua vez diminui a aderência. Esta sucção por capilaridade de substratos, com alta absorção de água, pode ser reduzida pelo molhamento ou pré-umedecimento (CARASEK et al., 2001).

Na figura 5 esta apresentado uma ilustração típica de fissuras ocorridas pela retração da argamassa.

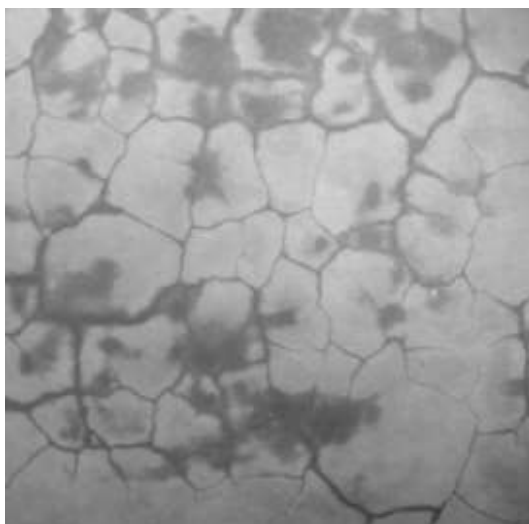


Figura 5 – Fissuração por retração.

2.2.3.3. Fissuras Térmicas

Todos os materiais empregados nas construções estão sujeitos a dilatações com o aumento de temperatura, e a contrações com a sua diminuição. A intensidade desta variação dimensional, para uma dada variação de temperatura, varia de material para material.

As fissuras em argamassas de revestimento, provocadas por movimentações térmicas das paredes, irão depender, sobretudo, do módulo de deformação da argamassa, sendo desejável que a capacidade de deformação do revestimento supere a capacidade de deformação da parede propriamente dita. As fissuras induzidas por movimentações térmicas no revestimento geralmente são regularmente distribuídas e com aberturas bastante reduzidas, assemelhando-se às fissuras provocadas por retração de secagem. Fissuras com aberturas maiores poderão aparecer nos encontros entre paredes ou em outras junções (THOMAZ 1989).

A movimentação térmica ocorre devido às oscilações da temperatura ambiente e à radiação solar incidente sobre os revestimentos externos e caracteriza-se por variações dimensionais, cuja intensidade e amplitude dependem do coeficiente de dilatação térmica da argamassa, das variações de umidade relativa do ambiente e da ação de forças externas como a aderência à base, por exemplo. As tensões geradas pelas movimentações térmicas podem ser de compressão ou tração, conforme o movimento seja de expansão ou de retração (CINCOTTO, SILVA e CARASEK, 1995).

Os esforços cíclicos procedentes das variações térmicas provocam danos progressivos – propagação de microfissuras - na argamassa, na base e especialmente na interface entre a argamassa e a base, reduzindo progressivamente a resistência ao cisalhamento e a aderência. No longo prazo este tipo de esforço vai provocar o descolamento de partes das argamassas, significando inclusive risco aos usuários ou mesmo a desagregação da camada de argamassas. Estes descolamentos ocorrem especialmente no topo de edifícios,

onde as movimentações higrotérmicas são máximas, e em locais de concentração de tensão (JOHN, 2003).

2.2.3.4. Fissuras causadas por movimentação higroscópia.

As trincas causadas por umidade nos materiais de construção são muito semelhantes àsquelas provocadas pelas variações de temperatura. As aberturas poderão variar em função das propriedades higrotérmicas dos materiais e das amplitudes de variação da temperatura ou da umidade. Os ciclos de umedecimento e secagem de argamassas de revestimento, associados às próprias movimentações térmicas do revestimento provocam, inicialmente, microfissuras na argamassa. Através destas poderá haver penetrações de água cada vez maiores, acentuando-se progressivamente as movimentações e a consequente incidência de fissuras no revestimento. A fissuração dos revestimentos em argamassa será mais acentuada em regiões onde ocorra maior incidência de água. Os peitoris, as saliências e outros elementos arquitetônicos inseridos na fachada devem interromper o fluxo de água que escorre pela parede evitando problemas de infiltração de água em regiões localizadas da fachada (Ferreira, 2010).

A figura 6 ilustra uma ocorrência de fissuração por movimentação higroscópia.



Figura 6 – Fissura por movimentação higroscopia.

2.2.3.5. Outras patologias

Além das patologias mencionadas acima, existem outros casos que podem ser abordado neste trabalho como alteração química das argamassas, patologias procedentes da especificação dos materiais, dentre outras. Assim, pode-se concluir que todas as manifestações patológicas dos revestimentos afetam a resistência de aderência a tração entre o contato do revestimento e substrato, objeto de estudo deste trabalho.

2.2.4. Ensaios de Aderência à Tração

O ensaio de resistência de aderência à tração é importante para verificar a interação entre as camadas constituintes do revestimento (base, camada de ligação, revestimento), determinando o valor da tensão de aderência máxima que o revestimento suporta, assim como qual a interface do revestimento que apresenta menor resistência às tensões atuantes no revestimento.

O teste para determinar a resistência de aderência à tração de um revestimento deve ser realizado de acordo com a NBR 13528/201.

Através do ensaio de resistência de aderência à tração do revestimento é possível verificar os níveis de aderência em cada tipo de substrato verificado neste trabalho.

O ensaio consiste em aplicar uma força de tração numa área delimitada no revestimento, com auxílio de uma pastilha colada ao revestimento e um corte na direção perpendicular do ensaio.

A figura 7 ilustra o esquema do ensaio conforme NBR 13528/2010.

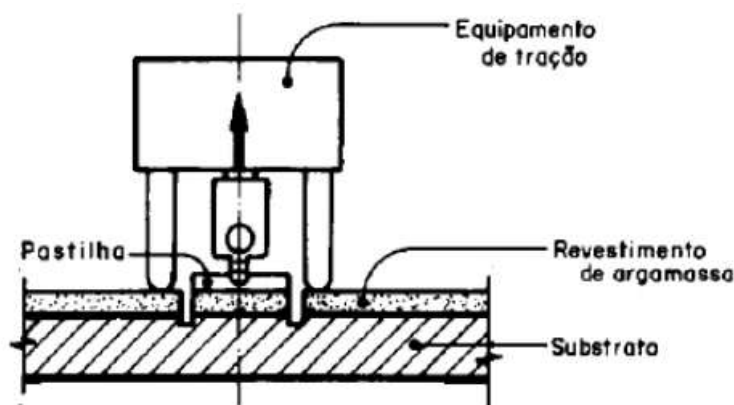


Figura 7 – Esquema do ensaio de determinação de resistência de aderência a tração do revestimento conforme NBR 13528/2010.

2.2.5. Nível de Abertura de Porosidade

Os procedimentos normativos de preparo dos substratos devem seguir os procedimentos da Norma Europeia EN NP 1504:2008 – Produtos e Sistemas para a Proteção e Reparação de Estruturas de Concreto, objetivando conseguir de forma adequada a limpeza, a abertura da porosidade e a hidratação da superfície do concreto.

Observa-se também, segundo a International Concrete Repair Institute (ICRI), o nível de porosidade ideal para cada tipo de serviços de selamento ao reparo.

Esses níveis de exigência normativas estão nas Figuras 8 e 9 a seguir.

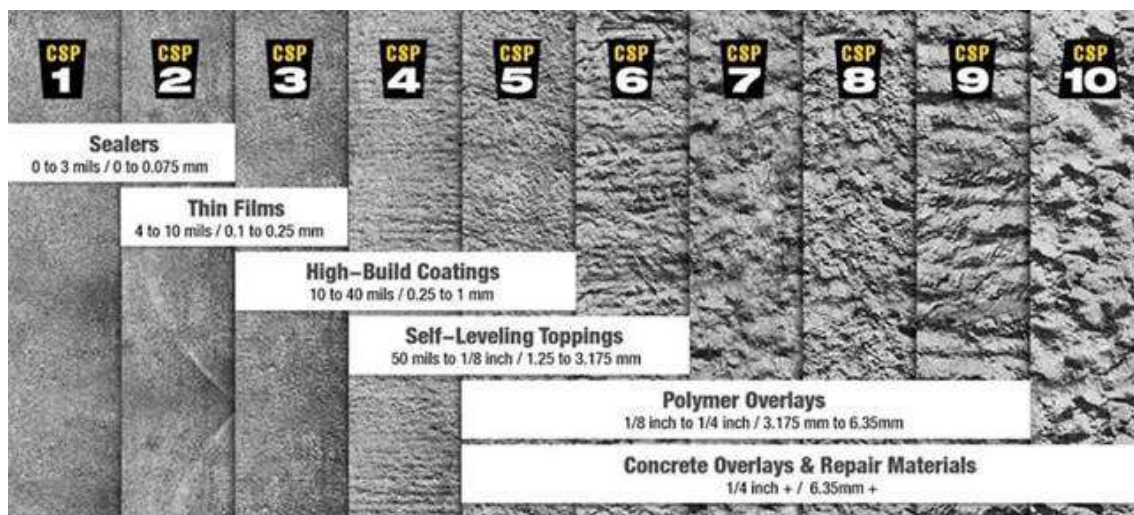


Figura 8 - Padrões de abertura de porosidades do substrato necessários, de acordo com os revestimentos a serem aplicados

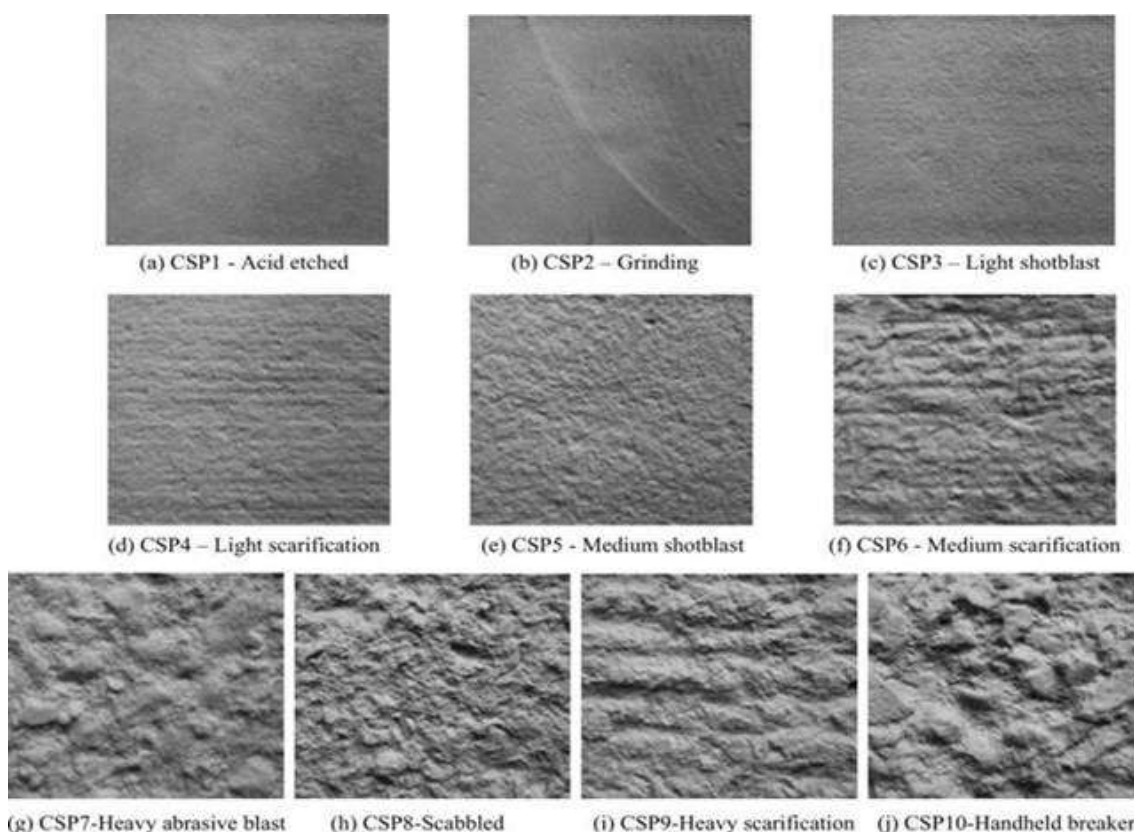


Figura 9 - Padrões de abertura de porosidades do substrato necessários, de acordo com os revestimentos a serem aplicados.

3. PROGRAMA EXPERIMENTAL

Neste capítulo serão apresentados maiores detalhes a respeito das características dos corpos-de-prova, moldagem e também as variáveis envolvidas na execução dos ensaios.

3.1. SISTEMATIZAÇÃO DO PROGRAMA EXPERIMENTAL

O presente programa experimental é dividido em 3 etapas conforme observa-se na Tabela 4, identificando as atividades de cada etapa deste estudo.

1º ETAPA - PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO DE CONCRETO	2º ETAPA - EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO	3º ETAPA - ENSAIO DE ADERÊNCIA
Fabricação dos Traços	Preparo da Superfície	Execução do Ensaio da Resistência de aderência à Tração
Moldagem dos CPs 10x20 - Resistência à Compressão	Execução do Chapisco	-
Moldagem das Placas Prismáticas	Execução do Revestimento	-

Tabela 4 – Sistemática do Programa Experimental

3.2. 1º ETAPA – PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO

A 1º etapa do programa experimental foi realizado na empresa Basefort Argamassas e Concretos na cidade da Fazenda Rio Grande – PR.

Foram moldados 4 corpos-de-prova em formas prismáticas nas dimensões de 50 x 55 x 5 cm (largura, altura, espessura). Os traços e os materiais utilizados serão detalhados a seguir.

3.2.1. Materiais Utilizados

A seguir será descrito todos os materiais utilizados bem como a composição de cada traço utilizado neste estudo.

3.2.1.1. Cimento

O cimento utilizado foi o cimento CP V Ari da Intercement.

3.2.1.2. Agregado Miúdo

Utilizou-se areia natural e artificial, com massa específica 2,64 kg/dm³ e 2,63 kg/dm³ respectivamente.

3.2.1.3. Agregado Graúdo

O agregado graúdo utilizado nas placas com Fck de 30 e 50 Mpa foram de brita 1 com Dmax de 19 mm, já para as placas de concreto com Fck de 80 e 95 Mpa foram utilizados apenas brita 0 com Dmáx de 12,50 mm.

A massa específica do agregado graúdo foram de 2,59 kg/dm³ e 2,60 kg/dm³ para a brita 0 e brita 1 respectivamente.

3.2.1.4. Aditivos e adições

Nas placas de concreto com Fck de 30 e 50 Mpa foram utilizados apenas aditivo plastificante BF 38 – Basf, já para a produção do substrato do concreto de alta resistência foram utilizados aditivos superplastificante Powerflow 4001 – MC e sílica ativa como adição aglomerante.

3.2.2. Dosagem

Os traços e a dosagem utilizada na elaboração das placas de concreto podem ser visualizados na tabela 5.

Código da dosagem	Slump Inicial (cm)	A/C	Materiais (kg/m³)							Aditivos (g)		Resistências (MPa)		Volume Produzido	Teor de Argamassa (%)
			Cimento CP V Ari	Silica Ativa	Água	Areia Natural	Areia Artificial	Brita 0	Brita 1	Polyheed BF 38 (Basf)	Powerflow 4001 (MC-Bauchemie)	7 dias	28 dias (média)		
Exp - 1	13,0	0,90	210	-	190	478	478	0	935	1470	0	21,5	30,6	20	54,5%
Exp - 2	13,0	0,55	330	-	182	418	418	0	972	2310	0	43,3	52,4	20	53,1%
Exp - 3	23,0	0,41	405	29,5	182	390	390	933	0	3080	2640	62,7	83,4	25	54,2%
Exp - 4	27,0	0,33	515	37,6	182	339	339	933	0	3920	4480	60,1	95,4	25	54,0%

Tabela 5 – Traços utilizados na fabricação das placas de concreto.

3.2.3. Moldagem das placas

A concretagem das placas foi realizada em dois dias (25/07/2017 e 26/07/2017), sendo que a mistura foi realizada numa betoneira de 120 l conforme ilustra a figura 10 à seguir:



Figura 10 – Mistura do concreto em betoneira.

Para cada resistência de concreto foram moldados 3 (três) corpos de prova cilíndricos 10 x 20 cm, para ensaio de resistência a compressão nas seguintes idades: 1 (um) CP com 7 dias e 2 (dois) CPs com 28 dias, atendendo ao recomendado pela NBR 5738/2015 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. As figuras 11 e 12 apresentam os ensaios de consistência realizados e as moldagens das placas de concreto.



Figura 11 – Ensaio de Consistência – Exp – 3.



Figura 12 – Moldagem das placas de concreto.

3.3. 2º ETAPA – EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO

No dia 29/07/2017 as placas foram transportadas para outro local, na cidade de Cambuí – MG por questão de logística e viabilizar de forma mais acessível a realização dos procedimentos do revestimento.

As placas de concreto foram submetidas a cura até 28 dias, sendo constantemente molhadas e saturadas em toda sua superfície.

3.3.1. Tratamento da Superfície

As placas foram desmoldadas no dia 02/09/2017 e receberam tratamento em sua superfície com a Lavadora de Alta Pressão Black Decker (Vap) de 1400 W de potência com pressão d'água de 1600 psi, para retirar as impurezas de forma superficial que poderiam estar presentes na superfície e melhorar a aderência do chapisco no substrato.



Figura 13 – Vista das placas após a remoção das formas.



Figura 14 – Tratamento de limpeza com jato de água com alta pressão.

3.3.1. Execução do chapisco

Após o tratamento da superfície foi realizado chapisco com traço na proporção em volume de 1:3 (cimento:areia), sendo água adicionada até atingir a trabalhabilidade desejada, sem adição de aditivos e/ou cal hidratada. O chapisco foi realizado de forma uniforme e constante, mantendo as condições para as 4 placas de concreto, conforme figura 15 e 16 a seguir:



Figura 15 – Execução do Chapisco.



Figura 16 – Placas chapiscadas.

3.3.2. Execução do revestimento

Após 7 dias de execução do chapisco foi realizado o revestimento de argamassas das placas. O revestimento de argamassa foi realizado no dia 04/10/2017 com argamassa pronta da Weber conforme figuras 17, 18 e 19 a seguir.



Figura 17 - Dosagem de água / Execução da massa.

Conforme indicado na ficha técnica do produto Multimassa Uso Geral Quartzolit da Weber, esta argamassa é composta por cimento, agregados minerais e aditivos especiais, a classificação de acordo com a NBR 13.281/2005 é P5 M4 R5 D4 U4 A3. A ficha técnica deste material se apresenta no **ANEXO 1** deste trabalho.

Para utilização é necessário apenas de adição de água na mistura, com consumo controlado de 135 ml/kg do produto.



Figura 18 – Execução do revestimento.



Figura 19 – Placas revestidas com argamassa.

3.1. 3º ETAPA – ENSAIOS DE RESISTÊNCIA DA ADERÊNCIA À TRAÇÃO

Os ensaios para determinar a resistência da aderência à tração do revestimento foram realizados nos laboratórios da Bianco em Curitiba no dia 07/12/2017 conforme ilustrado na figura 20 à seguir.



Figura 20 – Ensaio de Resistência de Aderência à tração.

O tempo da realização do ensaio de resistência à aderência à tração do revestimento foi de 9 semanas e 1 dia = 64 dias, pois conforme informado anteriormente as etapas 1, 2 e 3 foram realizadas em locais diferentes, sendo que as etapas 1 e 3 foram próximas a Curitiba – PR e etapa 2 em Cambuí – MG.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. PLACA 1

Na tabela 6 e nas figuras 21 e 22 estão apresentados os resultados de aderência à tração do revestimento de argamassa aplicado no substrato de concreto de 30 Mpa, placa de número 1.

PLACA 1		
CP N°	Tensão Máxima (MPa)	Forma de Ruptura
1	0,60	100% na argamassa
2	0,46	100% na argamassa
3	0,77	100% na argamassa
4	0,69	100% na argamassa
5	0,59	100% na argamassa
6	0,58	100% na argamassa
7	1,03	100% na argamassa
8	0,61	100% na argamassa
9	0,83	100% na argamassa
10	0,78	100% na argamassa
11	0,84	100% na argamassa
12	0,55	100% na argamassa
Média	0,69	100% na argamassa
Desvio Padrão	0,15	-

Tabela 6 – Resultados dos Ensaio da Resistência de Aderência à Tração – Placa 1.



Figura 21 – Gráfico dos Resultados dos Ensaios de Resistência à Tração – Placa 1.



Figura 22 – Análise Visual dos Ensaios de Resistência à Aderência à Tração - Placa 1.

4.2. PLACA 2

Na tabela 7 e nas figuras 23 e 24 estão apresentados os resultados de aderência à tração do revestimento de argamassa aplicado no substrato de concreto de 50 Mpa, placa de número 2.

PLACA 2		
CP N°	Tensão Máxima (MPa)	Forma de Ruptura
1	0,63	100% na argamassa
2	0,42	100% na argamassa
3	0,28	80% interface substrato/chapisco e 20% argamassa
4	0,33	60% interface substrato/chapisco e 40% argamassa
5	0,14	100% interface substrato/chapisco
6	0,11	50% interface substrato/chapisco e 50% argamassa
7	0,18	100% interface substrato/chapisco
8	0,26	20% interface substrato/chapisco e 80% argamassa
9	0,15	50% interface substrato/chapisco e 50% argamassa
10	-	Danificado
11	-	Danificado
12	-	Danificado
Média	0,28	51% interface substrato/chapisco e 49% argamassa
Desvio Padrão	0,16	-

Tabela 7 – Resultados dos Ensaios da Resistência de Aderência à Tração – Placa 2



Figura 23 – Gráfico dos resultados dos Ensaios da Resistência de Aderência à Tração – Placa 2



Figura 24 – Análise Visual dos Ensaios de Resistência à Aderência à Tração – Placa 2.

4.3. PLACA 3

Na tabela 8 e nas figuras 25 e 26 estão apresentados os resultados de aderência à tração do revestimento de argamassa aplicado no substrato de concreto de 80 Mpa, placa de número 3.

PLACA 3		
CP N°	Tensão Máxima (MPa)	Forma de Ruptura
1	0,19	80% interface chapisco/argamassa e 20% interface substrato/chapisco
2	0,63	100% argamassa
3	0,40	100% interface chapisco/argamassa
4	0,54	100% interface chapisco/argamassa
5	0,78	100% interface chapisco/argamassa
6	0,28	100% interface chapisco/argamassa
7	0,34	100% interface chapisco/argamassa
8	0,61	100% interface chapisco/argamassa
9	0,44	65% interface chapisco/argamassa e 35% interface substrato/chapisco
10	0,11	95% interface chapisco/argamassa e 5% interface substrato chapisco
11	0,39	100% interface chapisco/argamassa
12	0,17	95% interface chapisco/argamassa e 5% interface substrato/chapisco
Média	0,41	86% interface chapisco/argamassa e 14% interface substrato/chapisco
Desvio Padrão	0,20	-

Tabela 8 – Resultados dos Ensaios da Resistência de Aderência à Tração – Placa 3



Figura 25 – Gráfico dos resultados dos ensaios de resistência de aderência à tração – Placa 3.



Figura 26 – Análise Visual dos Ensaios de Resistência à Aderência à Tração – Placa 3.

4.4. PLACA 4

Na tabela 9 e nas figuras 27 e 28 estão apresentados os resultados de aderência à tração do revestimento de argamassa aplicado no substrato de concreto de 95 Mpa, placa de número 4.

PLACA 4		
CP N°	Tensão Máxima (MPa)	Forma de Ruptura
1	0,19	5% interface chapisco/argamassa e 95% interface substrato/chapisco
2	0,67	100% interface chapisco/argamassa
3	0,24	100% interface chapisco/argamassa
4	0,48	100% interface chapisco/argamassa
5	0,57	100% argamassa
6	0,27	100% interface chapisco/argamassa
7	0,51	85% interface chapisco/argamassa e 15% interface substrato/chapisco
8	0,20	100% interface chapisco/argamassa
9	0,65	100% interface chapisco/argamassa
10	0,46	100% interface chapisco/argamassa
11	0,79	100% interface chapisco/argamassa
12	0,24	70% interface chapisco/argamassa e 30% argamassa
Média	0,44	80% interface chapisco/argamassa, 11% argamassa e 9% interface substrato/chapisco
Desvio Padrão	0,20	-

Tabela 9 – Resultados dos Ensaios da Resistência de Aderência à Tração – Placa 4



Figura 27 – Gráfico dos resultados dos ensaios de resistência de aderência à tração – Placa 4.



Figura 28 – Análise Visual dos Ensaio de Resistência à Aderência à Tração – Placa 4.

4.5. COMPILAÇÃO DOS RESULTADOS

O resumo dos resultados está apresentado na tabela 10 a seguir.

Resumo dos Resultados da Resistência à Tração do Revestimento		
	Média da Resistência Potencial de Aderência à Tração (Mpa)	Forma predominante de Ruptura (%)
Placa 1 - 30 Mpa	0,69	100% na argamassa
Placa 2 - 50 Mpa	0,28	51% interface substrato/chapisco e 49% argamassa
Placa 3 - 80 Mpa	0,41	86% interface chapisco/argamassa e 14% interface substrato/chapisco
Placa 4 - 95 Mpa	0,44	80% interface chapisco/argamassa, 11% argamassa e 9% interface substrato/chapisco

Tabela 10 – Resumo dos Resultados da Resistência de Aderência à Tração da Argamassa de Revestimento.

De acordo com os resultados pode-se constatar que a resistência à compressão do substrato influencia na resistência de aderência à tração dos revestimentos.

4.6. VERIFICAÇÃO ONE-WAY – ANOVA

Como os resultados da resistência de aderência a tração do revestimento de argamassa da placa de nº 2 (Concreto Fck 50 MPa) foram discrepantes aos resultados das outras placas, em relação a proporcionalidade esperada para os resultados, fez-se necessário a verificação dos resultados pela comparação de vários grupos – Análise da variância – ANOVA.

A verificação dos resultados pela ANOVA são permitidas em análises que envolvem 1 variável de resposta e 1 fator controlável a vários grupos.

Os ensaios feitos em cada nível do fator controlável configuram um grupo. O objetivo é identificar se os valores da variável de resposta medidos nos diversos níveis do fator controlável diferem entre si.

Na tabela 11 está apresentado os dados de cálculo da verificação pelo método da ANOVA.

VERIFICAÇÃO ONE-WAY - ANOVA						
	PLACA 1	PLACA 2	PLACA 3	PLACA 4		
	0,6	0,63	0,19	0,19		
	0,46	0,42	0,63	0,67		
	0,77	0,28	0,4	0,24		
	0,69	0,33	0,54	0,48		
	0,59	0,14	0,78	0,57		
	0,58	0,11	0,28	0,27		
	1,03	0,18	0,34	0,51		
	0,61	0,26	0,61	0,2		
	0,83	0,15	0,44	0,65		
	0,78		0,11	0,46		
	0,84		0,39	0,79		
	0,55		0,17	0,24		
Total (T.j) =	8,3	2,5	4,9	5,3	T.. =	21,0
No. Obs. (nj) =	12,0	9,0	12,0	12,0	N =	45,0
Média (Y_{barra.j}) =	0,69	0,28	0,41	0,44	Y_{bar_bar..} =	0,5

Tabela 11 – Verificação ANOVA

Cálculos iniciais:		
TC=	9,78	constante
SQT=	2,43	soma quadrática do total
SQG=	0,99	soma quadrática do grupo
SQR=	1,44	resíduo

Tabela 12 – Verificação ANOVA

Tabela Anova:				
Fonte	SQ	GDL	MQ	Teste F
Entre Grupos	0,99	3,00	0,33	9,47
Dentro Grupos	1,44	41,00	0,04	
Total	2,43	44,00		
F calculado =	9,47			
F tabelado =	2,83			

Tabela 13 – Tabela ANOVA

Como F calculado é maior que F tabelado, existe influência da variável de resistência a compressão do concreto do substrato na resistência de aderência a tração do revestimento.

Comparação múltipla de médias:	
Cálculo do desvio padrão das médias:	
nc=	11,25
S _{xbarra} =	0,06
Cálculo do limite de decisão:	
Ld=	0,17
Comparação das médias:	
M3-M2 =	0,13
M4-M3 =	0,03
M1-M4 =	0,26
Condição: Mx-My > Ld Dif. Significativa	

Tabela 14 – Comparação das Médias

De acordo com os resultados obtidos pela comparação das médias, pode-se afirmar que estatisticamente não existe influência na resistência de aderência a tração do revestimento quando analisadas as placas 2 e 3, não existe influência na resistência de aderência a tração quando analisadas as placas 3 e 4 e

existe influência na resistência de aderência a tração quando analisadas as placas 1 e 4.

Desta forma, está apresentado na figura 29 o gráfico de barras da média de resistência de aderência a tração conforme especificado pelo procedimento da análise da variância – Anova.



Figura 29 – Comparação das médias da resistência de aderência à tração do revestimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que foram atingidos os objetivos proposto no início do trabalho, e que a hipótese foi comprovada e pode-se observar que:

- a) Pelos resultados obtidos neste trabalho existiu uma variação dos resultados de resistência de aderência à tração com os diferentes valores do fck do substrato. Porém esta variação não possui uma linha de tendência;
- b) Para o substrato com fck de 30 MPa obteve-se a maior resistência de aderência a tração de 0,69 MPa;
- c) A menor resistência de aderência a tração (0,28 MPa), deu-se para o substrato de 50 MPa. Com isso a maior variação de resistência de aderência a tração foi de -59,42%.
- d) A variação da resistência entre os substratos de 50, 80 e 95 MPa foi configurada pelo teste da ANOVA como correspondentes.
- e) A média de resistência de aderência à tração aplicada sobre o revestimento de 50 MPa foi considerado insatisfatório conforme limite para aplicação em parede externa previsto pela NBR 13749/2013.

O presente trabalho trouxe informações importantes para a avaliação da influência da resistência à compressão do substrato na resistência de aderência à tração do revestimento de argamassa, aplicado sobre este substrato.

Os ensaios experimentais permitiram chegar à conclusão que a resistência característica à compressão do substrato influencia na resistência de aderência à tração da argamassa de revestimento, quando aplicada neste substrato.

5.2. RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Para futuros trabalhos recomenda-se executar a projeção do chapisco e argamassa de forma mecanizada, para eliminar as variáveis de força presentes no lançamento manual.

Aumentar a quantidade de placas para cada substrato e aumentar a quantidade de substratos ensaiados, aumentando assim a amostragem e consequentemente a confiabilidade dos dados coletados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Manual do Revestimento**. Rio de Janeiro: ABNT.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: **Concreto – Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: **Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

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

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11768: **Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13281: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.528: **Revestimento de parede e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração.** Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13749: **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

AGOSTINHO, C. S. A. **Estudo da evolução do desempenho no tempo de argamassas de cal aérea.** Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa - Dissertação Grau de Mestre em Engenharia Civil - Abril 2008

AITCIN, Pierre-Claude. **Concreto de Alto Desempenho.** Tradução de Geraldo G. Serra, São Paulo, Ed. Pini, 2000.

AICTCIN, Pierre-Claude. **High performance concrete.** London: E&F SPON, 591 p., 1998.

AMERICAN INSTITUTE of CONCRETE. ACI 212R-10: **Report on Chemical Admixtures for Concrete.** Detroit, 2010.

AMERICAN INSTITUTE of CONCRETE. ACI 363R-10: **Report on High Strenght Concrete.** Detroit, 2010.

BAUER, R.J.F. **Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. Anais... Salvador: CETA / ANTAC, 1997.

CÂNDIA, M.C. **Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desempenho dos revestimentos de argamassa.** São Paulo, SP. Dissertação de mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1998.

CANOVAS, M. F.: **Hormigones de alta resistência.** Cemento – Hormigon, V. 59, N. 658, Septiembre, pp. 855 – 868, 1988.

CARASEK, H., **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo, IBRACON, 2007.

CARASEK, H.; SCARTEZINI, L. M. **Avaliação da perda de água da argamassa fresca para o substrato por sucção capilar**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, V, São Paulo, POLI-USP ANTAC, 2003.

CARASEK, H.; CASCUDO, O.; SCARTEZINI, L. M. **Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, IV, 2001, Brasília. Anais... Brasília: PECC / ANTAC, 2001.p43-67.

CARASEK, H. **Fatores que exercem influência na resistência de aderência de argamassas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. Anais... Salvador: CETA / ANTAC, 1997.

CINCOTTO, M. A., SILVA, M. A. C., CARASEK, H. **Argamassas de revestimento; Características, propriedades e métodos de ensaio** (Publicação IPT 2378). 1.ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995. 118p.

CINCOTTO, M. A., BOLORINO, H. **A influência do tipo de cimento nas argamassas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. Anais... Salvador: CETA / ANTAC, 1997 .p15-25.

CORDEIRO, Guilherme Chagas. **Concreto de alto Desempenho com Metacaulinita**. Dissertação, UENF, Campos dos Goytacazes, 2001.

DAL MOLIN, Denise Carpena Coutinho. WOLF, J.: **Viabilidade técnico-econômica da utilização de concreto de alta resistência em edifícios altos**. In: 10o Encontro Nacional da Construção, Porto Alegre: SERGS, pp. 853 – 863, 1990.

DAL MOLIN, Denise Carpena Coutinho. **Contribuição ao estudo das propriedades mecânicas dos concretos de alta resistência com adição de microsilica**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 286 p., 1995.

EN NP 1504:2008 – Norma Europeia - Produtos e Sistemas para a Proteção e Reparação de Estruturas de Concreto,

FERREIRA, Beatriz Bernardes Dias. **Tipificação de Patologias em Revestimentos Argamassados**. Dissertação, UFMG, Belo Horizonte, 2010.

GARCEZ, Danilo de Aguiar. **Tecnologia do Concreto de Alto Desempenho (CAD)**. TCC de Engenharia Civil, Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2008.

GUIMARÃES, J. E. P. **A cal. Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil** 2ª ed. São Paulo: Pini, 2002. 341p.

ICRI (International Concrete Repair Institute) Standard 310.2 - **Selecting and Specifying Concrete Surface Preparation for Sealers, Coatings, Polymer Overlays, and Concrete Repair with CSP Chips**.

JOHN, V. M. **Repensando o papel da cal hidratada nas argamassas** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS – V, 2003, São Paulo. Anais. São Paulo: EPUSP-PCC/ANTAC, p.47-62.

JOISEL, A. **Fissuras y grietas em morteros y hormigones: sus causas y remedios**. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1965

KAZMIERCZAK, Cláudio de Souza. BREZEZINSKI, Débora Elisiane. COLLATTO, Décio. **Influência das características da base na Resistência de Aderência à Tração e na Distribuição de Poros de uma Argamassa**. Estudos tecnológicos, Rio Grande do Sul, v. 3, p. 47-58, jun. 2007.

MEHTA, P.K., MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais**. 3 ed. São Paulo: Pini, 2008, 581p.

MEHTA, P. K. **High-performance concrete technology for the future**. In: International Congress on high-performance and quality of concrete structures, Florianópolis, pp. 1 – 14. 1996.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. Trad. Giammusso, S. E.. 2a ed., São Paulo: Editora Pini, 828 p. 1997.

O'REILLY, V. **Método de dosagem de concreto de elevado desempenho**. São Paulo: PINI, 1998.

RESENDE, P. S. de O. **Efeito do ar incorporado em argamassas de revestimentos**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

REVISTA TÉCHNE. **Projetos – CAD**. Ed. 81, 2003.

RIBEIRO, José Luiz D. Ribeiro. CATEN, Carla Tem. **Série Monográfica Qualidade – Estatística Industrial**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2000.

ROCHA, Silvério. **Desempenho medido na prática**. Ed. 29, Revista Técnica, 1997.

SANTOS, Heraldo Barbosa. **Ensaio de Aderência das Argamassas de Revestimento. Monografia**, UFMG, 2008.

SANTOS, Heraldo Barbosa dos. **Monografia – Ensaio de aderência das argamassas de revestimento**. Escola de Engenharia da UFMG – Curso de Especialização da Construção Civil, 2008.

SILVA, Alexandre Leandro da. **Concreto de Alto Desempenho – CAD, Estudo de Caso – Edifício e-Tower**. TCC de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. Editora Pini. São Paulo. 1989.

7. ANEXO 1 – BOLETIM TÉCNICO – MULTIMASSA USO GERAL QUARTZOLIT

Boletim Técnico
Multimassa uso geral quartzolit
Pág. 1 de 3



multimassa uso geral quartzolit

1. UTILIZAÇÃO

Argamassa para revestimento de paredes em áreas externas e internas com aplicação manual.

- Indicado para blocos de concreto, blocos cerâmicos, silico calcários, tijolos de barro maciços e superfícies de concreto. Todas as áreas externas a serem revestidas devem ser chapiscadas. Para uso externo e sobre estrutura de concreto aplique sobre chapisco colante quartzolit ou chapisco rolado quartzolit.
- Indicado para assentamento de blocos de concreto e blocos cerâmicos.
- Para revestimentos internos o produto pode ser aplicado diretamente sobre as alvenarias

2. LIMITES DE USO

Não aplicar:

- Sobre superfícies horizontais sujeitas à solicitações ou saturadas.
- Sobre superfícies plásticas ou de metal.
- Sobre gesso, revestimentos plásticos ou orgânicos.
- Sobre impermeabilizações ou materiais de baixa resistência mecânica.
- Em áreas de permanente contato com água ou em contato com o solo.
- Chapisco feito em obra ou industrializado com adição de aditivos químicos deve ser testado quanto a sua aderência e absorção antes da aplicação do reboco externo quartzolit.

3. COMPOSIÇÃO

Cimento, agregados minerais e aditivos especiais.

4. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

- Quantidade de água da mistura: 135 ml/Kg.
- Tempo de utilização: 2hs
- Densidade aparente: 1,50 kg/cm³
- Densidade fresca: 1,80 kg/cm³
- Classificação de acordo com a NBR 13.281/2005: P5 M4 R5 D4 U4 A3
- Referente ao produto fabricado na unidade de Jandira. Para demais unidades entrar em contato com a Weber. Para testes laboratoriais, siga o procedimento de mistura conforme NBR 13.276/2002 sem tempo adicional.

5. CONDIÇÃO DE APLICAÇÃO

- Temperatura de aplicação: ar ambiente + 5 °C a 40 °C.
- Temperatura da superfície da base: + 5 °C a 27 °C.
- Não aplicar em superfícies extremamente quentes, ou quando da expectativa de chuvas.

Saint-Gobain do Brasil Produtos Industriais e para Construção
Matriz: Via de Acesso João de Góes, 2.127 – Jandira/SP – Brasil – CEP 06612-000
Tel.: 55 (11) 2196-8000 – Fax: 55 (11) 2196-8301 – SAC: 0800 709 6979 www.weber.com.br



6. PREPARO DE BASE

- Remover resíduos e contaminações da base antes da aplicação do chapisco.
- Preencher falhas na alvenaria ou juntas para obter uma superfície regular. Alvenarias muito irregulares geram consumo elevado do chapisco, além de não terem boa planeza e aspecto agradável.
- A limpeza da base pode ser executada conforme procedimentos (NBR7200/98 item 8.4.3)
- Todas as áreas externas devem ser chapiscada.
- Em situações de climas adversos, com temperaturas superiores a 25 °C e umidade inferior a 40%, umedeça a base antes da aplicação do reboco externo quartzolit.

7. MISTURA

- Para fazer a mistura do produto, usar somente água limpa na proporção indicada na embalagem. Não adicionar à mistura nada que não tenha sido recomendado pela Weber.
- Para mistura utilize sempre equipamentos próprios para argamassas. 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 pode variar em função do tipo de equipamento e quantidade de sacos e deve ser controlado pelo operador. Evite a formação de grumos na mistura, homogeneizando bem o material.

8. APLICAÇÃO

Revestimento

- Proteja as peças de alumínio, pois podem manchar se atingidas por reboco externo quartzolit no momento de sua aplicação.
- Em situações de climas adversos, com temperaturas superiores a 25 °C e umidade inferior a 40%, umedeça a base antes da aplicação do produto.
- O revestimento de paredes deve ser feito em uma única demão para espessuras até 2,5 cm.
- Para espessuras maiores, aplique uma segunda demão somente quando a anterior estiver suficientemente firme para suportar a segunda. Recomendamos que essa aplicação seja realizada na condição úmido sobre úmido.
- O revestimento pode atingir até 5 cm de espessura em duas demãos de 2,5 cm.
- Para espessuras superiores a 5 cm, deve ser empregada tela metálica entre camadas para estruturar o revestimento (consulte projetista especializado).
- Para aplicação com equipamento de projeção, recomendamos utilizar reboco projetável quartzolit.
- Para acabamento desempenado ou sarrafeado deve ser aguardado o puxamento da argamassa.
- O acabamento poderá ser sarrafeado, desempenado ou camurçado, dependendo do tipo de acabamento que receberá posteriormente (argamassa decorativa, pinturas, cerâmicas, pedras, etc.).

Assentamento

- Aplique a argamassa sobre os blocos com colher de pedreiro.

Saint-Gobain do Brasil Produtos Industriais e para Construção

Matriz: Via de Acesso João de Góes, 2.127 – Jandira/SP – Brasil – CEP 06612-000
Tel.: 55 (11) 2196-8000 – Fax: 55 (11) 2196-8301 – SAC: 0800 709 6979 www.weber.com.br



- Posicione o bloco sobre a argamassa fresca, removendo o excesso de material e observando o alinhamento, prumo e nível da parede.
- Mantenha as juntas na espessura de 1 a 2 cm

9. CONSUMO

- 17 Kg/m²/cm de espessura – para revestimento
- 15 kg/m² – para assentamento de blocos 14x19x39cm

10. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

- Mantenha as embalagens fechadas e fora do alcance de crianças e animais.
- Antes de iniciar o manuseio do produto, sempre verifique se você está utilizando os EPIs necessários: respirador, óculos de proteção, capacete, protetor auricular, calçados de segurança e luvas.
- Durante o transporte do produto, nunca force a coluna e, se necessário, utilize cinta protetora.
- Em caso de contato com a pele, lave-a com água e sabão em abundância. Em caso de irritação ou de erupção cutânea, consulte um médico. Em caso de contato com os olhos, enxágue-os cuidadosamente com água, durante vários minutos. No caso de uso de lentes de contato, remova-as, se for fácil, e continue enxaguando. Caso a irritação ocular persista, consulte um médico. Em caso de ingestão do produto, lave a boca da vítima com água em abundância. Caso ela sinta indisposição, contate um Centro de Informação Toxicológica ou um médico. Em todos os casos, leve consigo esta embalagem e a FISPQ (Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico) deste produto, disponível em www.weber.com.br

11. EMBALAGEM

Sacos de papel ou plástico 20kg e 30 kg.

12. COR

Disponível na cor cinza.

13. VALIDADE

- 30kg papel – 90 dias a partir da data de fabricação.
- 20kg papel ou plástico – 240 dias a partir da data de fabricação.

Local seco e arejado, sobre estrado elevado do solo em pilhas com, no máximo, 1,50m de altura, em sua embalagem original fechada.

Saint-Gobain do Brasil Produtos Industriais e para Construção
Matriz: Via de Acesso João de Goes, 2.127 – Jandira/SP – Brasil – CEP 06612-000
Tel.: 55 (11) 2196-8000 – Fax: 55 (11) 2196-8301 – SAC: 0800 709 6979 www.weber.com.br