



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios

MICHELLY SILVA MENEZES
THAISA RÊIS PIRES DA SILVA ROCHA

INFLUÊNCIA DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DE BLOCOS CERÂMICOS
NA ANCORAGEM DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

Palmas, TO
2013

MICHELLY SILVA MENEZES
THAISA RÊIS PIRES DA SILVA ROCHA

INFLUÊNCIA DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DE BLOCOS CERÂMICOS
NA ANCORAGEM DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas.

Orientador: Dr. Moacyr Salles Neto
Co-orientador: Dr. Flávio Roldão de C. Lelis

Palmas, TO
2013

MICHELLY SILVA MENEZES
THAISA RÊIS PIRES DA SILVA ROCHA

INFLUÊNCIA DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DE BLOCOS CERÂMICOS
NA ANCORAGEM DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como cumprimento às exigências legais do currículo do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios pela Coordenação da Área de Construção Civil no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas.

Palmas, 06 de dezembro de 2013.

Prof. Me. Elen Oliveira Vianna
Supervisora do Trabalho de Conclusão de Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Moacyr Salles Neto(Orientador)

Prof. Dr. Flávio Roldão de Carvalho Lelis (Co-Orientador)

Prof. Me. Adriano dos Guimarães de Carvalho
Membro de Banca Examinadora

Prof. Esp. Flávio da Silva Ornelas
Membro de Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus que em sua infinita bondade não nos deixou desistir, embora a luta fosse árdua.

Aos nossos pais que nos incentivaram, acreditaram e acima de tudo investiram na nossa formação profissional. Agradecemos ainda pela compressão nos momentos difíceis desta e de outras caminhadas e por eles não terem nos deixado faltar nada durante esses anos de estudo.

Agradecemos também ao professor e orientador Dr. Moacyr Salles que nos acolheu e compartilhou os seus conhecimentos para que fosse possível a criação deste trabalho.

Aos nossos colegas e amigos que de uma forma ou outra nos tranquilizaram e ajudaram a prosseguir, sem esquecer as demonstrações de carinho que foram importantes em muitos momentos.

E por fim agradecemos de forma geral aos professores pelo incentivo e ensinamentos ao longo dessa jornada de formação profissional.

RESUMO

Na construção de painéis de alvenaria, a adequada ancoragem entre a argamassa de revestimento e o substrato é um fator primordial para garantir o adequado desempenho dos sistemas de fechamento.

A interação entre a absorção de água inicial (AAI) e total de substratos cerâmicos, e a retenção de água de argamassas tem grande influência na ancoragem destas últimas.

Este trabalho possibilitou a quantificação do comprometimento da resistência de aderência à tração da argamassa ao substrato frente a diferentes condições de absorção de água e preparação da superfície deste último. Um dos fatores intervenientes da ancoragem bloco/argamassa são as diferentes faixas de absorção de água inicial, dessa forma serão testadas 4 marcas com 12 blocos cada, dividindo-as em três grupos distintos de acordo com os teores de água (blocos secos, blocos superficialmente úmidos e blocos saturados). O processo experimental foi desenvolvido inicialmente pela caracterização dos blocos, seguida da argamassa e por fim a resistência de aderência à tração. Depois de realizar a caracterização dos blocos cerâmicos e a confecção da argamassa os mesmos foram revestidos, desenformados, curados e submetidos ao ensaio final 28 dias após a sua moldagem.

Por meio deste trabalho foi possível perceber que o desempenho do sistema revestimento/substrato é obtido, principalmente, pela escolha da técnica de preparação da superfície, que deve ser definida pelo estudo do bloco utilizado.

Assim como em estudos desenvolvidos por Carasek (1996), o estudo em questão obteve os melhores resultados para a técnica de preparação da superfície seca.

Palavras - chave: Aderência, absorção de água, retenção de água.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Falha de aderência entre bloco e argamassa	13
Figura 2- Falha de aderência em argamassa de revestimento em edif. residencial	13
Figura 3- Argamassa de revestimento em diferentes camadas	14
Figura 4- Implicações dos diferentes movimentos da argamassa e substrato	16
Figura 5- Pontos de leitura para determinação das dimensões efetivas	19
Figura 6- Determinação do desvio em relação ao esquadro de blocos cerâmicos de vedação	20
Figura 7- Determinação da planeza das faces de blocos cerâmicos de vedação	21
Figura 8- Ensaio de absorção de água	22
Figura 9- Ensaio de absorção de água inicial.....	23
Figura 10- Revestimento dos blocos com espessura de 3 cm	32
Figura 11- Furos e aparelhagem.....	34
Figura 12- Furos executados para aferição da aderência	34
Figura 13- Esforço de tração aplicado com o dinamômetro	35
Figura 14- Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento sem chapisco	35
Figura 15- Média das determinações da distribuição granulométrica	41
Figura 16- Média da resistência de arrancamento nas diferentes técnicas de preparação da superfície	45
Figura 17- Porcentagem de desprendimento das pastilhas nas diferentes técnicas de preparação da superfície	45
Figura 18- Média da absorção de água total e da resistência de arrancamento para as diferentes técnicas de preparação da superfície	46
Figura 19- Média da absorção de água inicial e da resistência de arrancamento para as diferentes técnicas de preparação da superfície	47
Figura 20- Média da absorção de água inicial para as diferentes marcas	47
Figura 21- Média da absorção de água total para as diferentes marcas.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Limites de resistência de aderência à tração para emboço e camada única aplicados sobre paredes	17
Tabela 2- Verificação das dimensões efetivas – Cerâmica Porto Real	36
Tabela 3- Verificação das dimensões efetivas – Cerâmica Santo Antônio	36
Tabela 4- Verificação das dimensões efetivas – Cerâmica Miranorte	37
Tabela 5- Verificação das dimensões efetivas – Cerâmica Pequizeiro	37
Tabela 6- Verificação do desvio em relação ao esquadro	38
Tabela 7- Verificação da planeza das faces	38
Tabela 8- Verificação do índice de absorção de água total.....	39
Tabela 9- Verificação do índice de absorção de água inicial (AAI)	40
Tabela 10- Distribuição granulométrica	40
Tabela 11- Médias e medianas dos ensaios de arrancamentos	44
Tabela 12- Desprendimento do revestimento durante o ensaio de arrancamento ...	44

LISTA DE SÍMBOLOS

mm	milímetros
g	gramas
cm ²	centímetros quadrado
min	minuto
%	por cento/porcentagem
pol ²	polegadas ao quadrado
a/c	relação água cimento
H	relação água/materiais secos
cm	centímetros
MPa	megapascal
m	metro
h	horas
ml	mililitro
Kg	kilograma

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 PROBLEMA	11
3 OBJETIVOS	12
3.1 OBJETIVO GERAL	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4 JUSTIFICATIVA	12
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
5.1 ARGAMASSA DE REVESTIMENTO	14
5.2 MECANISMO DE ADERÊNCIA ARGAMASSA/SUBSTRATO	15
5.3 ADERÊNCIA MECÂNICA	15
5.4 AVALIAÇÃO DA ADERÊNCIA A TRAÇÃO	17
5.5 PROPRIEDADES DOS SUBSTRATOS INTERVENIENTES NA ADERÊNCIA .	17
5.5.1 Capilaridade do substrato e porosidade	18
5.5.2 Capacidade de sucção de água	18
6 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	19
6.1 CARACTERIZAÇÃO DOS BLOCOS.....	19
6.1.1 Aferição das medidas das faces – Dimensões efetivas	19
6.1.2 Aferição do desvio em relação ao esquadro	20
6.1.3 Aferição da planeza das faces	21
6.1.4 Aferição da massa seca e do índice de absorção de água.....	21
6.1.5 Aferição do índice de absorção de água inicial (AAI).....	22
6.2 CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO E DA ARGAMASSA	24
6.2.1 Caracterização do agregado	24
6.2.1.1 Distribuição granulométrica	24
6.2.1.2 Massa específica pelo frasco de Chapman.....	25
6.2.1.3 Material pulverulento	26
6.2.1.4 Massa unitária	27
6.2.1.5 Teor de torrões de argila e materiais friáveis	28
6.2.2 Caracterização da argamassa.....	29
6.2.2.1 Determinação do índice de consistência.....	29
6.2.2.2 Determinação da retenção de água	30
6.2.2.3 Aferição da resistência à compressão.....	31

6.3 REVESTIMENTO DOS BLOCOS	32
6.3.1 Aferição da resistência à tração	32
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
7.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E FÍSICAS DOS BLOCOS	36
7.1.1 Dimensões efetivas	36
7.1.2 Desvio em relação ao esquadro	37
7.1.3 Planeza das faces	38
7.1.4 Índice de absorção de água	39
7.1.5 Absorção de água inicial	39
7.2 CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO E DA ARGAMASSA	40
7.2.1 Caracterização do agregado	40
7.2.1.1 Distribuição granulométrica	40
7.2.1.2 Massa específica pelo frasco de Chapman	41
7.2.1.3 Material pulverulento	41
7.2.1.4 Massa unitária	42
7.2.1.5 Teor de torrões de argila e materiais friáveis	42
7.2.2 Caracterização da argamassa	42
7.2.2.1 Determinação do índice de consistência	42
7.2.2.2 Determinação da retenção de água	43
7.2.2.3 Aferição da resistência à compressão	43
7.3 AFERIÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO	43
8 CONCLUSÃO	49
8.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	56

1 INTRODUÇÃO

A utilização de argamassa como revestimento a fim de proporcionar proteção, estanqueidade e boa aparência visual ao substrato tornou-se, atualmente, uma prática comum nas construções em geral. Segundo Candia (1998) e Scartezini (2002) a resistência de aderência à tração, essencialmente mecânica, é influenciada pelo processo de execução, pelas características das argamassas e dos substratos, e pelas trocas de umidade.

Diversos pesquisadores buscaram relacionar os fatores intervenientes do processo de aderência bloco/argamassa, destacando-se os trabalhos de Carasek (1996), a qual relacionou e quantificou os fatores intervenientes do processo de ancoragem e Leal (2003), que estudou dentre outros, a contribuição da correta preparação do substrato no desempenho final da resistência de aderência de argamassas de revestimento.

De forma geral, a resistência de aderência das argamassas de revestimento é fortemente influenciada pela absorção de água inicial (AAI) do substrato, sobretudo em blocos cerâmicos, bem como pela capacidade de retenção de água da argamassa empregada. Estudos já desenvolvidos na caracterização de materiais cerâmicos do Tocantins identificaram uma elevada absorção de água inicial dos blocos cerâmicos comercializados na região de Palmas (SALLES NETO, 2010; MAGALHÃES, 2009; SALLES NETO, LELIS e ARAÚJO, 2004; SALLES NETO, ARAÚJO e LELIS, 2003).

Este fato, aliado à adoção de traços inadequados de argamassas, com retenções de água inferiores a 80%, bem como de técnicas construtivas questionáveis tem aumentado, sobremaneira, a incidência de manifestações patológicas em painéis de alvenaria.

Este trabalho aborda de modo experimental o comprometimento da resistência de aderência à tração de blocos cerâmicos comercializadas no Estado com diferentes faixas de absorção de água inicial, total e teores de umidade do substrato quanto do revestimento, dividindo-os em substratos secos, úmidos e saturados.

2 PROBLEMA

A argila e a técnica de fabricação empregadas na confecção de blocos cerâmicos estruturais e de vedação da região de Palmas tem, segundo estudos já desenvolvidos, frequentemente resultado em materiais com absorção de água inicial superiores a $(30\text{g}/193,55\text{cm}^2)/\text{min}$, aferidos conforme a NBR 15270-3 (ABNT, 2005). Esta mesma norma técnica especifica que, caso os blocos apresentem AAI superiores ao valor especificado, estes devem ser umedecidos antes do assentamento para o seu melhor desempenho. Se o valor do AAI resultar menor que o limite mencionado, os blocos podem ser assentados sem ser previamente umedecidos. Contraditoriamente, este ensaio não é, segundo a mesma norma, obrigatório para determinação de conformidade, o que acarreta na sua rara prescrição e conseqüente execução.

A dosagem de argamassas de revestimento é praticamente inexistente entre as empresas de construção atuantes no estado do Tocantins, atitude essa que resulta no emprego de traços empíricos e sem aferição das propriedades no estado fresco e endurecido, que vão apresentar taxas de retenção de água inferiores a 80%, valor limite estabelecido pela NBR 13281 (ABNT, 2001), as quais são aplicadas em substratos secos.

Observa-se ainda que os estudos não apresentam uma uniformidade de conclusões, salientando-se Carasek (1996), a qual identificou que os substratos secos resultam nos mais altos valores de resistência de aderência, tendo tais valores decrescidos à medida que foi aumentado o teor de umidade, porém com uma melhoria da extensão de aderência.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é analisar o desempenho do sistema de revestimento em argamassa com vistas aos fatores intervenientes à resistência de aderência.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mensurar a variação da resistência de aderência à tração de argamassas mistas de cimento, cal hidratada e areia, aplicadas como revestimento de substratos cerâmicos com diferentes graus de absorção de água total;
- Mensurar a variação da resistência de aderência à tração de argamassas mistas de cimento, cal hidratada e areia, aplicadas como revestimento de substratos cerâmicos com diferentes graus de absorção de água inicial (AAI);
- Mensurar a variação da resistência de aderência à tração de argamassas mistas de cimento, cal hidratada e areia, aplicadas como revestimento de substratos cerâmicos com diferentes graus umidade empregados na preparação da superfície.

4 JUSTIFICATIVA

A interação entre a absorção de água inicial (AAI) de substratos cerâmicos, e a retenção de água de argamassas tem grande influência na ancoragem destas últimas, sendo frequentes as manifestações patológicas decorrentes do emprego de substratos de elevada AAI com argamassas de baixa retenção de água ou decorrentes da preparação incorreta da superfície, como as ilustradas nas Figura 1 e 2.

O estudo em questão possibilitou a quantificação do comprometimento da resistência de aderência à tração da argamassa ao substrato, decorrente do

emprego de técnicas inadequadas, para substratos cerâmicos com diferentes faixas de absorção de água.

Uma vez caracterizado o problema, o retorno de informações ao mercado da construção civil do Tocantins possibilitará um incremento de desempenho nos sistemas de alvenaria empregados em revestimentos, melhorando e agregando valor aos empreendimentos.

Tendo em vista que ainda são realizados poucos estudos referentes a esse assunto, este trabalho poderá contribuir para um aprofundamento sobre os fatores intervenientes na aderência da argamassa ao substrato poroso.



Figura 1 – Falha de aderência entre bloco e argamassa.

Fonte: SALLES NETO, 2012.

A aderência entre o bloco e a argamassa é muito importante para garantir o desempenho sistema substrato/argamassa visto que, é necessário adotar uma técnica de preparação compatível com a característica física do bloco.



Figura 2 – Falha de aderência em argamassa de revestimento em edif. Residencial.

Fonte: SALLES NETO, 2012.

Manifestações patológicas são, frequentemente, encontradas nas construções em geral, em decorrência da falta de aderência entre o substrato e o revestimento.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

O revestimento em argamassa é definido pela NBR 13529 (ABNT, 1995) como sendo “o cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apto a receber acabamento decorativo, ou constituir-se em acabamento final” formando, junto com a decoração, um sistema de revestimento que deve ser compatível com a natureza da base, as condições de exposição, o acabamento final e o desempenho previsto em projeto. De acordo com a Figura 3 os revestimentos podem se constituir de algumas camadas como, emboço, reboco e preparação de base.

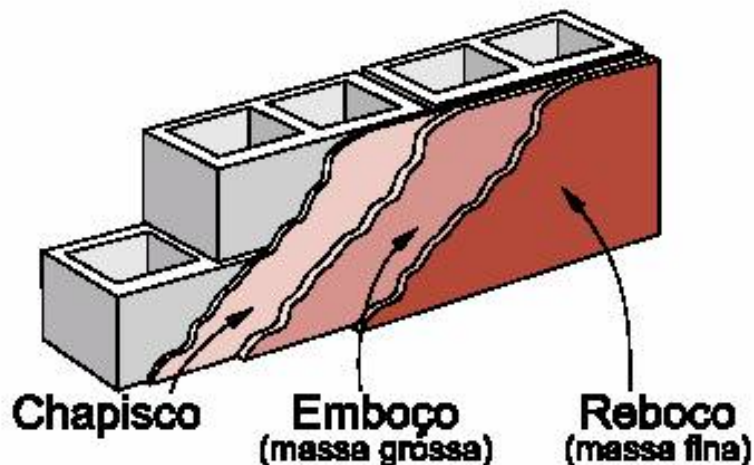


Figura 3: Argamassa de revestimento em diferentes camadas.

Fonte: PRÉ-FORTE (2005).

Os revestimentos em geral têm como finalidade proteção à edificação através do aumento da resistência a impactos, boa aparência, redução de problemas com

pintura de acabamento, melhoria do conforto acústico e menor capacidade de absorção de águas da chuva.

5.2 MECANISMO DE ADERÊNCIA ARGAMASSA/SUBSTRATO

A adesão inicial é a propriedade da argamassa que lhe permite permanecer aderida ao substrato momentaneamente após a aplicação, não significando a completa adesão do sistema em longo prazo; podendo, também, ser resultante das forças de dispersão entre a argamassa fresca e o substrato (SANTOS, 2003). A ocorrência de falhas nessa propriedade pode levar a deslocamentos e/ou escorrimientos da argamassa recém-lançada (primeiros minutos).

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 et al, 1995). Esta propriedade determina o desempenho do conjunto base-revestimento.

A adesão inicial, também denominada de “pegajosidade”, está diretamente ligada às características reológicas da pasta aglomerante, sendo a responsabilidade pela adesão física ao substrato e aos grãos do agregado atribuída à baixa tensão superficial da pasta (ROSELLO apud CARASEK, 1996).

A fim de melhorar a adesão adota-se um valor reduzido de tensão superficial da pasta aglomerante, favorecendo, portanto a molhagem da base e reduzindo o ângulo de contato entre as superfícies. Para modificar essa tensão superficial pode-se alterar a composição da argamassa, adicionando cal, assim como aditivos incorporadores de ar e retentores de águas.

5.3 ADERÊNCIA MECÂNICA

De acordo com os autores Kampf, Valdehita Rosello, Chase e Addleson – citados por Carasek, Cascudo & Scartezini (2001) – a aderência da argamassa ao substrato é um fenômeno essencialmente mecânico devido, basicamente, à penetração da pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros ou entre as

rugosidades da base de aplicação, e à precipitação dos produtos de hidratação do(s) aglomerante(s) exercendo ação de ancoragem da argamassa à base após a cura.

Uma vez que a argamassa molha a base através da pasta, parte da água de amassamento contendo os aglomerantes em dissolução é succionada pelos poros da base. No interior destes, ocorre à precipitação e hidratação dos silicatos e hidróxidos, seu conseqüente endurecimento progressivo e a ancoragem da argamassa à base (SELMO, 1989).

A extensão de aderência também é um fator muito importante e que deve ser considerado. Essa extensão é à medida que corresponde à razão entre a área de contato efetivo e a área total possível de ser unida entre a argamassa e uma base porosa. E é inversamente proporcional a ocorrência de falhas de contato na interface argamassa substrato. Assim quanto menor a extensão maior é a ocorrência de falhas.

Na Figura 4 ilustra-se que se as forças de aderência forem superiores a soma das forças do peso próprio e da retração a aderência será mantida, no entanto se a soma superar a resistência de aderência se terá a perda de durabilidade do revestimento.

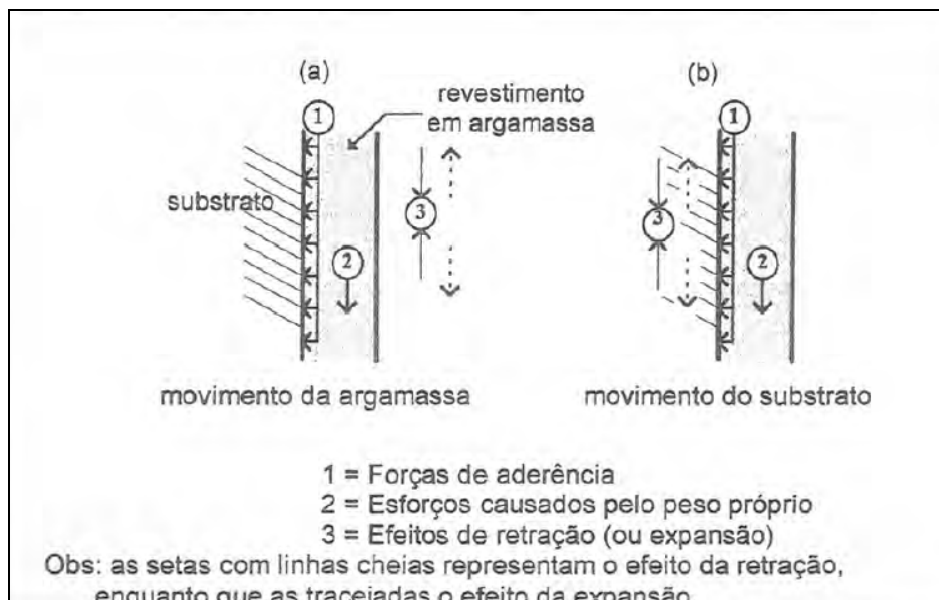


Figura 4: Implicações dos diferentes movimentos da argamassa e substrato.

Fonte: CARASEK apud ADDLESON, 1996

5.4 AVALIAÇÃO DA ADERÊNCIA À TRAÇÃO

A avaliação da aderência dos revestimentos é feita através de ensaios destrutivos de resistência de aderência, por tração ou por cisalhamento, de corpos de prova cortados transversalmente nos revestimentos obtendo-se valores de resistência à tração ou ao cisalhamento, dependendo da direção de sollicitação (SELMO, 1989).

A resistência de aderência à tração representa a máxima tensão que um revestimento suporta quando submetido a um esforço normal de tração. Essa resistência pode ser medida por diversos tipos de aparelho e consiste na imposição de um esforço de tração perpendicular ao revestimento a ser ensaiado.

As especificações normativas de aderência prescrevem níveis mínimos de resistência de aderência a tração, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Limites de resistência de aderência à tração para emboço e camada única aplicados sobre paredes

LOCAL		ACABAMENTO	RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA (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

Fonte: NBR 13749 (ABNT, 1996)

5.5 PROPRIEDADES DOS SUBSTRATOS INTERVENIENTES NA ADERÊNCIA

Para o estudo específico argamassa/substrato poroso tem-se que a influência da base é muito importante para se ter uma boa aderência, uma vez que esta se processa por fenômenos mecânicos. Sendo assim, os substratos são caracterizados pela porosidade, capacidade de sucção de água e pela textura superficial, referentes à aderência um enfoque maior será dado para a capacidade de sucção de água e a porosidade, uma vez que essas propriedades são as maiores intervenientes no processo de aderência da argamassa ao substrato.

5.5.1 Capilaridade do substrato e porosidade

Carasek apud Haynes (1996) estabelece que as três propriedades estruturais indispensáveis que definem os materiais porosos são porosidade, distribuição do tamanho dos poros e superfície ou área específica. A primeira propriedade é a relação entre o volume de vazios e o volume total do material, a segunda geralmente é determinada por porosimetria com intrusão de mercúrio e a terceira é a superfície compreensível contida em unidade de massa do volume do sólido, considerada também de menor relevância para o estudo do mecanismo de aderência.

5.5.2 Capacidade de sucção de água

A água responsável pela aderência imediata do bloco/argamassa é transportada para o interior dos poros através da sucção capilar. Quando se diz respeito à capacidade de aderência sabe-se que a velocidade de sucção é de maior relevância que a quantidade total de água que um bloco cerâmico pode absorver quando mergulhado por um longo tempo, para esse processo dá-se a denominação de absorção total. Relativa à avaliação da caracterização de sucção dos blocos o ensaio mais utilizado é o IRA (Initial Rate Absorption), também conhecido como AAI, que consiste em determinar a quantidade de água absorvida por uma face do tijolo após a mesma ter ficado submersa em água entrementes um minuto.

6 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A escolha da família do bloco cerâmico para representar a amostragem foi definida levando em consideração a que possuía o maior número de marcas disponíveis no mercado local. Dessa forma, foi utilizada a família 9x19x24cm, no qual foram coletados blocos de 4 marcas distintas. Em seguida, os blocos foram caracterizados conforme as suas características geométricas e físicas.

Antes da confecção da argamassa, os agregados foram caracterizados a fim de garantir a qualidade do revestimento. Para a argamassa foi necessário obter o índice de consistência, a retenção de água e a resistência à compressão. Depois de todas as caracterizações os blocos cerâmicos foram revestidos e, posteriormente, submetidos ao ensaio de aderência à tração.

6.1 CARACTERIZAÇÃO DOS BLOCOS

6.1.1 Aferição das medidas das faces – Dimensões Efetivas

Para determinação das dimensões efetivas os blocos foram dispostos sobre uma superfície plana e indeformável, tendo seus valores da largura (L), altura (H) e comprimento (C) aferidos com uso de uma régua metálica, fazendo-se as medições nos pontos indicados, conforme é ilustrado na Figura 5.

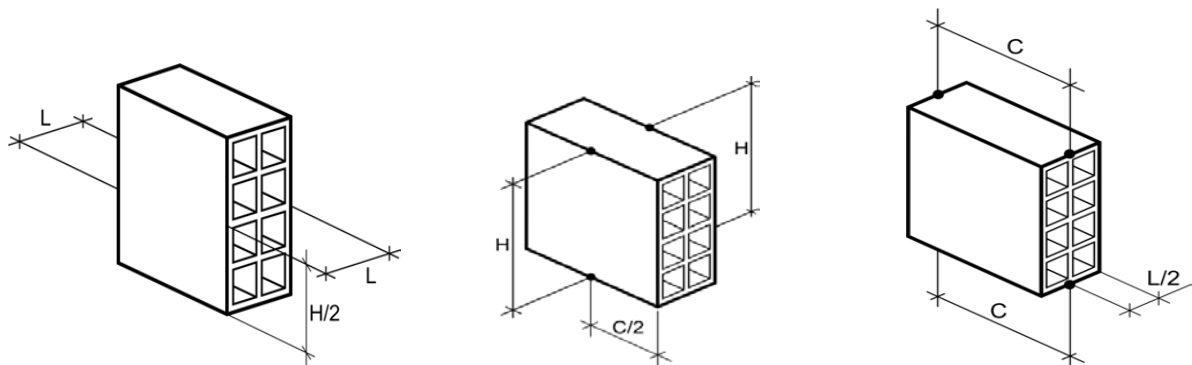


Figura 5: Pontos de leitura para determinação das dimensões efetivas.

Fonte: NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

A NBR 15270-1 (ABNT, 2005) estabelece uma tolerância individual de $\pm 0,5\text{cm}$ para cada dimensão do bloco, bem como uma tolerância relacionada à média das dimensões efetivas de $\pm 0,3\text{cm}$ para cada dimensão. É considerado reprovado o lote de 13 amostras que apresentar unidade não conforme em número igual ou superior a 3, bem como aquele cuja média obtida ultrapassar a tolerância indicada.

6.1.2 Aferição do desvio em relação ao esquadro

Para determinar o desvio em relação ao esquadro, foi aferido o desvio apresentado entre uma das faces destinadas ao assentamento e a maior face destinada ao revestimento dos blocos, com auxílio de um esquadro e uma régua metálica, conforme ilustrado na Figura 6.

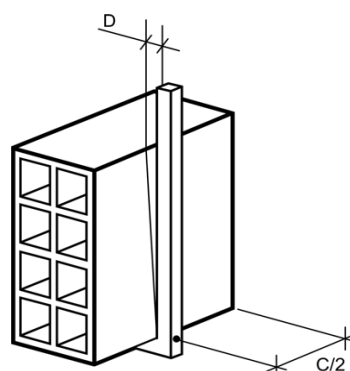


Figura 6: Determinação do desvio em relação ao esquadro de blocos cerâmicos de vedação.
Fonte: NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

Conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), o desvio em relação ao esquadro dos blocos cerâmicos de vedação deve ser no máximo 3mm. É considerado reprovado o lote de 13 amostras que apresentar unidades não conformes em número igual ou superior a 3.

6.1.3 Aferição da planeza das faces

A planeza das faces é determinada pela aferição da flecha formada na diagonal do bloco, com a utilização de um esquadro e uma régua metálica, conforme ilustrado na Figura 7.

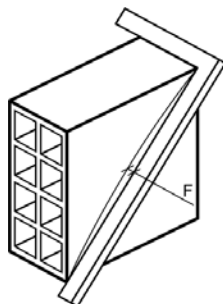


Figura 7: Determinação da planeza das faces de blocos cerâmicos de vedação
Fonte: NBR 15270-3 (ABNT, 2005.)

Conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), a planeza das faces (ou flecha) dos blocos cerâmicos de vedação deve ser no máximo 3mm. É considerado REPROVADO o lote de 13 amostras que apresentar unidades não conformes em número igual ou superior a 3.

6.1.4 Aferição da massa seca e do índice de absorção de água (AA)

Consiste na determinação da massa seca e do índice de absorção de água. Primeiramente, os blocos foram limpos a fim de retirar o pó e outras partículas soltas, em seguida foram submetidos à secagem em estufa a $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$. Após a secagem foram realizadas duas medições da massa do bloco em intervalos de uma hora, até que os valores individuais diferiram em no máximo 0,25%, conforme a ABNT NBR 15270-3 (ABNT, 2005). Esta massa foi registrada como sendo a massa seca do bloco, em gramas. Para a determinação da massa úmida, os blocos foram colocados totalmente imersos em um recipiente com água, conforme a Figura 8, a temperatura ambiente por um período mínimo de 24 horas. Posteriormente, foram

pesados em um período máximo de 15 minutos a partir do momento de sua retirada. A água remanescente do bloco foi removida com o auxílio de um pano limpo e úmido. O índice de absorção de água é determinado através da equação [1].



Figura 8: Ensaio de absorção de água

$$AA (\%) = \frac{mu - ms}{ms} \times 100 \quad [1]$$

Sendo:

- AAI é índice de absorção de água;
- Mu é a massa úmida;
- Ms é a massa seca.

Conforme a NBR 15270-1 (2005), o índice de absorção de água dos blocos cerâmicos de vedação não deve ser inferior a 8% nem superior a 22%. É considerado REPROVADO o lote de 6 amostras que apresentar unidades não conformes em número igual ou superior a 2.

6.1.5 Aferição do índice de absorção de água inicial (AAI)

Como recomendado na NBR 15270-3 (ABNT, 2005), foram empregados os mesmos blocos anteriormente ensaiados para a determinação do índice de absorção de água. As amostras devem novamente ser secas em estufa com temperatura igual a $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$, no mínimo durante 24 h.

Após a retirada da estufa, aguardar no mínimo 2 horas para executar o ensaio. Atingindo temperatura ambiente, os blocos tiveram suas massas aferidas, sendo posteriormente dispostos em um recipiente, onde foi mantida uma lâmina de água de $3 \pm 2\text{mm}$ (Figura 9) durante 60 segundos, tendo a massa novamente aferida. A absorção de água inicial (AAI) é determinada por meio da equação [2].



Figura 9: Ensaio de absorção de água inicial

$$AAI = 193,55 * \frac{\Delta p}{\text{Área}} \quad [2]$$

Sendo:

- AAI é o índice de absorção d'água inicial (sucção) da face ensaiada, expresso em $(\text{g}/193,55\text{cm}^2)/\text{min}$;
- Δp é a variação de massa obtida no ensaio, em gramas;
- Área é a área bruta ou líquida dos blocos ensaiados, em centímetros quadrados.

Conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), caso a absorção de água inicial (AAI) dos blocos cerâmicos estruturais e de vedação seja superior a $(30 \text{ g}/193,55\text{cm}^2)/\text{min}$, os blocos devem ser umedecidos antes do assentamento para o seu melhor desempenho. Se o valor encontrado no ensaio resultar menor que o limite mencionado, os blocos podem ser assentados sem ser previamente umedecidos.

6.2 CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO E DA ARGAMASSA

O traço adotado para a confecção da argamassa no estudo experimental é o mesmo traço utilizado por LEAL (2003), 1: 1: 6 (cimento: cal hidratada: areia), no entanto, não se utilizou o chapisco, a fim de reduzir o número de variáveis que poderiam interferir nos resultados. O agregado miúdo utilizado passou, anteriormente, por estudos com base nos seguintes ensaios: distribuição granulométrica, massa específica pelo frasco de Chapman, material pulverulento, massa unitária e teor de torrões de argila e materiais friáveis.

6.2.1 Caracterização do agregado

6.2.1.1 Distribuição granulométrica

A norma que prescreve o método para determinação da composição granulométrica do agregado miúdo é a NBR NM 248 (ABNT, 2003) (Agregado – Determinação da Composição Granulométrica). A norma exige que a porcentagem retida em cada peneira não deve diferir entre si mais que 4%, além disso, a somatória de todas as massas não pode ser diferente mais que 0,3% da massa inicial. A composição granulométrica é a expressão das proporções dos grãos de diferentes tamanhos. Esses parâmetros são fundamentais para especificar o emprego desse agregado na argamassa, uma vez que a composição granulométrica influencia diretamente na qualidade do produto e nos aspectos relativos à trabalhabilidade, compacidade e resistência aos esforços mecânicos. A aparelhagem utilizada é a seguinte:

- Balança com precisão de 0,1g;
- Peneiras (com tampa e fundo) de abertura de: 9,5mm; 6,3mm; 4,8mm; 1,2mm; 0,6mm; 0,3mm e 0,15mm.
- Escovas com cerdas de nylon;
- Agitador de peneiras mecânico;
- Recipientes de porcelana;

- Duas porções de 500g de agregado miúdo.

Para se ter uma melhor precisão no resultado é necessário realizar duas determinações. Inicialmente, se encaixa as peneiras que devem estar limpas em ordem crescente da abertura de malha, da base ao topo, a partir de então se realiza o processo de peneiramento através da agitação mecânica, no qual se coloca em um agitador o material ensaiado. Após o processo de peneiramento, retira-se o material retido e o coloca em um recipiente de porcelana, para posteriormente se obter a massa total de material retido em cada peneira. Para cada uma das peneiras deve-se realizar o cálculo da porcentagem retida, da porcentagem retida acumulada e da porcentagem que passa.

6.2.1.2 Massa específica pelo frasco de Chapman

A determinação da massa específica classifica o agregado em leve, normal e pesado, no qual a massa específica é encontrada através da razão entre a massa do material ensaiado e o seu volume. A norma que prescreve o processo para essa determinação é a NBR 9776 (ABNT, 1987). Os materiais utilizados foram:

- Balança com precisão de 0,1g;
- Frasco de Chapman;
- Recipientes;
- Espátula;
- 200ml de água;
- 500g de agregado miúdo.

Deposita-se 200ml de água no frasco de Chapman, deixando-o em repouso. Em seguida coloca-se cuidadosamente e com ajuda de um funil e uma espátula 500g de agregado miúdo seco em estufa e depois se agita o frasco de maneira cuidadosa e devida com o intuito de eliminar as bolhas de ar presentes no mesmo. Por fim faz-se a leitura do frasco, realiza-se esse procedimento com duas amostras para se ter uma melhor precisão no resultado. A norma estabelece que a diferença entre as massas específicas das duas amostras não podem ser superiores a 0,05g/cm³. O valor da massa específica é obtido pela equação [3]:

$$Y = \frac{500}{L - 200} \quad [3]$$

Assim:

L é a leitura do frasco (volume ocupado pelo conjunto água-agregado miúdo), medido em ml.

6.2.1.3 Material pulverulento

Materiais pulverulentos são substâncias nocivas em forma de pó que possuem partículas de dimensão inferior a 0,075mm e que fazem com que a demanda de água para uma mesma trabalhabilidade do concreto seja maior. A norma que prescreve o processo para determinação do teor de materiais pulverulentos é a NBR 7219 (ABNT,1987). Os materiais utilizados foram:

- Peneiras nº 200;
- Balança com precisão de 0,1g;
- Dois pequenos recipientes de porcelana;
- Dois grandes recipientes de porcelana;
- Espátulas;
- Estufa;
- Duas porções de 500g de agregado miúdo.

Realiza-se o ensaio tomando os mesmos procedimentos para duas amostras. Deposita-se certa quantidade de água misturando-a ao agregado, em seguida despeja-se a água na peneira com abertura de 0,075mm. Realiza-se esse procedimento por quantas vezes for necessário até que a água fique com tons aproximadamente transparentes, depois recupera-se o material retido na peneira e em seguida encaminham-se as amostras para estufa. Após perderem a umidade realiza-se as pesagens.

Os resultados são calculados com base nos valores da massa seca do material antes e depois da lavagem. O teor de materiais pulverulentos é encontrado de acordo com a equação [4].

$$TP = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100 \quad [4]$$

Sendo:

- Mi a massa da amostra antes da lavagem (g);
- Mf a massa da amostra depois da lavagem (g).

O resultado final é dado pela média dos valores encontrados nas duas amostras.

6.2.1.4 Massa unitária

A NBR 7251 (ABNT, 1982) prescreve os procedimentos para obtenção da massa unitária do agregado miúdo no estado solto, que é obtido pelo quociente da massa do agregado lançado e o volume do recipiente. Os materiais utilizados foram:

- Balança com limite de erro de aproximadamente 0,5% das massas a determinar;
- Recipiente paralelepípedo com dimensões conforme prescrito na NBR 7251;
- Pá metálica;
- Haste;
- Agregado miúdo em estado solto.

Realiza-se a limpeza do recipiente que vai ser utilizado e mede-se suas dimensões. Em seguida, com o auxílio de uma pá metálica realiza-se o lançamento da areia no recipiente paralelepípedo, sendo o agregado jogado a uma altura de 10 a 12cm do topo do recipiente, a fim de evitar a segregação das partículas.

Posteriormente, com auxílio de uma haste regulariza-se o agregado que está dentro do recipiente e por fim transporta o recipiente com o material contido para uma balança para verificação de sua massa, faz-se a leitura da balança e repete este mesmo procedimento por mais duas vezes a fim de obter uma média. A norma estabelece que os resultados individuais não devem diferir em relação a média mais que 1%.

A massa unitária do agregado em estado solto é obtida dividindo-se a massa do agregado pelo volume do recipiente, os valores são expressos em quilograma por decímetros cúbicos, conforme a equação [5].

$$Y = \frac{M}{V} \quad [5]$$

Sendo:

- M a massa do agregado (Kg);
- V o volume do recipiente utilizado (dm³).

6.2.1.5 Teor de torrões de argila e materiais friáveis

Os agregados são retirados da natureza e podem ocasionalmente possuir substâncias nocivas em sua composição, essas substâncias precisam ser identificadas para não afetarem as características da argamassa. A NBR 7218 (ABNT, 1987) determina limites para esses teores encontrados. Para tal ensaio foram utilizados os seguintes materiais:

- Balança com precisão de 0,1g;
- Espátula;
- Peneiras com abertura de 1,2mm; 4,8mm e 0,6mm;
- Pincel de cerdas metálicas;
- Bandejas e recipientes de porcelana;
- Agregado seco em estufa.

Realiza-se a limpeza das peneiras e em seguida coleta-se certa quantidade de agregado (suficiente para atender o ensaio) e passa-o nas peneiras de 4,8 e 1,2mm, respectivamente, descartando dessa forma o material retido na primeira peneira e o material que passou na última, o que ficou retido na peneira de 1,2mm é definido como a amostra do ensaio.

Após esse processo de peneiramento se deposita 200g de agregado miúdo em cada um dos três recipientes que serão utilizados no ensaio. A partir de então se espalha as frações em bandejas para identificar os torrões de argila ou materiais friáveis e pressioná-los com a ponta do dedo indicador de modo a desfazê-los.

Por fim peneira-se novamente o material, dessa vez na peneira com abertura de 0,6mm, o material retido é então pesado. Vale lembrar que esse teor é obtido através da diferença entre a massa inicial da fração e a massa após o repeneiramento, como demonstra a equação [6].

$$Mt = \frac{Mi - Mf}{Mi} \times 100 \quad [6]$$

Sendo:

- Mi a massa inicial (g);
- Mf a massa após o peneiramento (g).

De acordo com a NBR 7211 (ABNT, 2005), o limite máximo aceitável do teor de argila em torrões e materiais friáveis é de 3,0%, quantidade essa que é relativa à massa do agregado miúdo.

6.2.2 Caracterização da argamassa

6.2.2.1 Determinação do índice de consistência

A NBR 13276 (ABNT, 2005) prescreve o método para determinação do índice de consistência da argamassa. Para tal ensaio foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Balança com resolução de 0,1g;
- Mesa para índice de consistência;
- Soquete metálico;
- Misturador mecânico;
- Régua ou paquímetro;
- Molde tronco cônico.

Depois de confeccionar a argamassa no misturador mecânico, lubrifica-se a mesa com água, após essa lubrificação coloca-se o molde tronco cônico no centro da mesa e segurando-o firmemente, deve-se enchê-lo em três camadas sucessivas de argamassa, com alturas iguais o mais próximo possível, e aplicar sobre a primeira camada 15 golpes com o soquete, 10 golpes na segunda e 5 golpes na terceira camada. Em seguida, alisa-se o topo do molde tronco cônico com a espátula e retira o molde. A partir de então a manivela da mesa deve ser girada de uma forma que a mesa caia 30 vezes em aproximadamente 30 segundos. Por fim mede-se três

diâmetros ortogonais entre si do espalhamento da argamassa e a média desses valores é o índice de consistência.

6.2.2.2 Determinação da retenção de água

A NBR 13277 (ABNT, 1995) prescreve o método para a determinação da retenção de água em argamassas que serão empregadas em revestimentos. A aparelhagem necessária para a utilização do ensaio é:

- Molde cilíndrico de aço, com dimensões de 10cm de diâmetro e 2,5cm de altura;
- Placa circular de aço;
- Peso com 2kg;
- Espátula;
- Discos de papel-filtro;
- Gazes;
- Balança com resolução de 0,1g e de 0,01g;
- Cronômetro.

Após a preparação da argamassa, pesa-se o molde seco e limpo e os 12 discos de papel-filtro, em seguida preenche-se o molde com argamassa tendo como auxílio à espátula. Depois se deve retirar o excesso de argamassa com a espátula, que precisa ser apoiada sobre a borda do molde, formando um ângulo de 45°. A espátula deverá ser passada novamente no sentido contrário, formando um ângulo menor para alisá-la. Posteriormente as bordas do molde são limpas e o molde com argamassa é pesado. Logo em seguida, é colocada sobre a superfície da argamassa duas telas de gaze, o conjunto de 12 discos de papel-filtro e a placa rígida, depois é aplicado, centralizadamente, o peso de 2kg acionando imediatamente o cronômetro. Após 2 minutos, retira-se o peso de 2kg e a placa-base. Remove-se o conjunto de papéis-filtro e os pesa rapidamente, registrando por fim a massa dos discos molhados. Calcula-se a retenção de água através da seguinte equação [7]:

$$Ra = 1 - \frac{(Mf - Mse)}{AF \times (Mma - Mm)} \times 100 \quad [7]$$

Onde:

Mf: massa do conjunto de discos molhados de papel-filtro (g);

Mse: massa do conjunto de discos secos (g);

Mma: massa do molde com argamassa (g);

Mm: massa do molde vazio (g);

Mw: massa total de água acrescentada à mistura (g);

M: soma das massas dos componentes da argamassa (g);

AF: fator água/argamassa fresca a qual está sendo representada pela equação [8]:

$$AF = \frac{Mw}{M + Mw} \quad [8]$$

6.2.2.3 Aferição da resistência à compressão

A NBR 13279 (ABNT, 1995) prescreve o procedimento para a determinação da resistência à compressão de argamassas que serão utilizadas no revestimento de paredes e tetos, no estado endurecido. A aparelhagem necessária é:

- Moldes cilíndricos de 5cm x 10cm;
- Misturador mecânico;
- Soquete metálico;
- Máquina de ensaio de compressão;
- Capeador de enxofre;
- Câmara úmida.

A argamassa é preparada e em seguida são moldados seis corpos de prova cilíndricos, ressalta-se que a norma estabelece que o necessário é no mínimo quatro, mas para se ter uma melhor precisão do resultado foram moldados seis. Após 24 horas da moldagem os corpos de prova foram desmoldados e colocados em cura úmida por 7 dias. Após 28 dias foram capeados e submetidos ao ensaio de compressão, conforme a NBR 7215 (ABNT, 1996).

6.3 REVESTIMENTO DOS BLOCOS

A espessura do revestimento em argamassa dos blocos foi definida segundo a NBR 13749 (ABNT, 1996), ressalta-se que ela já foi empregada por SALLES NETO (2010), assim a espessura utilizada foi de 3cm (espessura limite para revestimentos externos), foram utilizadas fôrmas de madeira, conforme mostra a Figura 10. A argamassa foi lançada diretamente no bloco sem a utilização de chapisco e com uma altura de lançamento 1,20m, fixou-se esta altura e não se pressionou o revestimento após o lançamento a fim de reduzir o número de variáveis que poderiam interferir nos resultados e padronizar o processo de execução pois, assim foi possível controlar a energia de aplicação em todos os blocos. A cura úmida do revestimento foi executado por 7 dias. Os blocos foram divididos em grupos de mesma faixa de AAI, sendo revestidos blocos secos, úmidos e saturados.

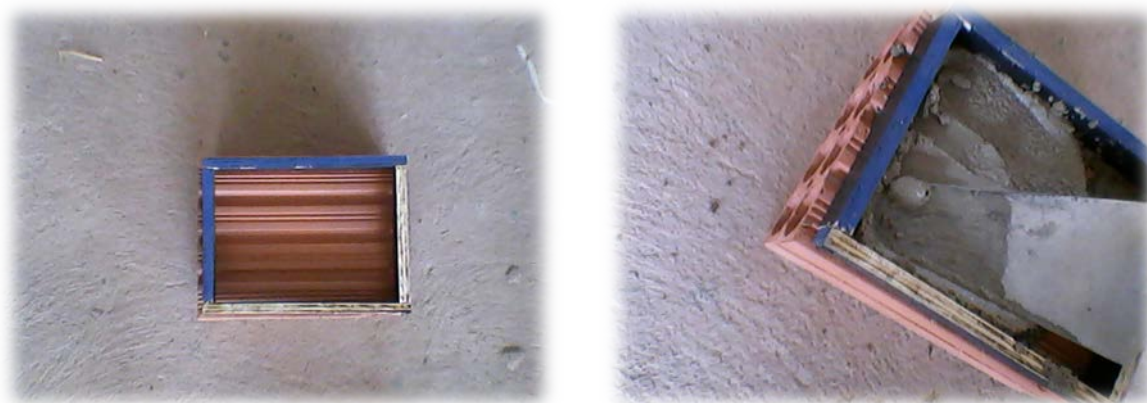


Figura 10: Revestimento dos blocos com espessura de 3cm

6.3.1 Aferição da resistência à tração

A resistência de aderência à tração representa a máxima tensão que um revestimento suporta quando submetido a um esforço normal de tração. Essa resistência pode ser medida por diversos tipos de aparelho; apesar das diferenças no tipo de mensuração, o princípio de gerar a carga de ruptura é o

mesmo: consiste na imposição de um esforço de tração perpendicular ao revestimento a ser ensaiado (GONÇALVES, 2004).

A NBR 13528 (ABNT, 2010) prescreve o método para aferição da resistência a tração de revestimentos de argamassa aplicados sobre substratos inorgânicos. Conforme esta norma o ensaio deve ser realizado no revestimento com idade de 28 dias no caso de argamassas mistas ou de cimento e areia e de 56 dias para argamassas de cal e areia, contados após a aplicação da argamassa sobre o substrato. A aparelhagem e os materiais necessários para realização do procedimento são os seguintes:

- Dinamômetro de tração que permite a aplicação de carga contínua;
- Pastilha circular não deformável sob a carga do ensaio e com dispositivo no centro para o acoplamento do equipamento;
- Furadeira com serra copos;
- Cola à base de resina epóxi destinada á colagem da pastilha na superfície do corpo- de- prova.

O ensaio consiste na avaliação da capacidade de aderência do revestimento sobre o bloco cerâmico, antes da aplicação da argamassa, a superfície do substrato deve ser limpa, a fim de evitar a presença de agentes contaminantes que possam interferir na aderência.

Com o auxílio de uma furadeira e de uma serra copos foram feitos 3 furos nos blocos revestidos com a argamassa (Figuras 11 e 12), 28 dias após a sua execução. O corte a seco foi feito mantendo sempre o equipamento em posição ortogonal à superfície, conforme prescreve a NBR 13528 (ABNT, 2010). O aparelho adotado para realização do corte apresentava controle de velocidade no gatilho pois, este procedimento não deve em nenhum momento prejudicar a integridade do revestimento. O ideal é que esse corte seja feito no mínimo até a superfície do substrato.



Figura 11: Furos e aparelhagem.



Figura 12: Furos executados para aferição da aderência.

Após a execução dos furos, os blocos foram submetidos à limpeza para retirada de partículas soltas, depois disto a cola foi aplicada com auxílio de uma espátula sobre as pastilhas metálicas que foram, rapidamente, coladas sobre o revestimento.

Para a aferição da resistência de aderência à tração, foi necessário verificar se o revestimento estava seco pois, se estivesse molhado poderia prejudicar os resultados. Com o objetivo de não sofrer impactos ou esforços indesejáveis o Dinamômetro foi posicionado com seu eixo de aplicação da carga ortogonal ao plano do revestimento, verificou-se a estabilidade do dispositivo de leitura do equipamento, em seguida, o esforço foi aplicado perpendicularmente ao revestimento (Figura 13) com taxa de carregamento constante até o momento da ruptura e por fim anotou-se o valor da carga de ruptura (MPa), e a forma como ocorreu.



Figura 13: Esforço de tração aplicado com o dinamômetro.

A resistência de aderência à tração pode ser calculada pela equação [9] e as possíveis formas de ruptura pela Figura 14.

$$Ra = \frac{F}{A} \quad [9]$$

Assim:

- F é a carga de ruptura (N);
- A é a área ocupada pela pastilha (mm²).

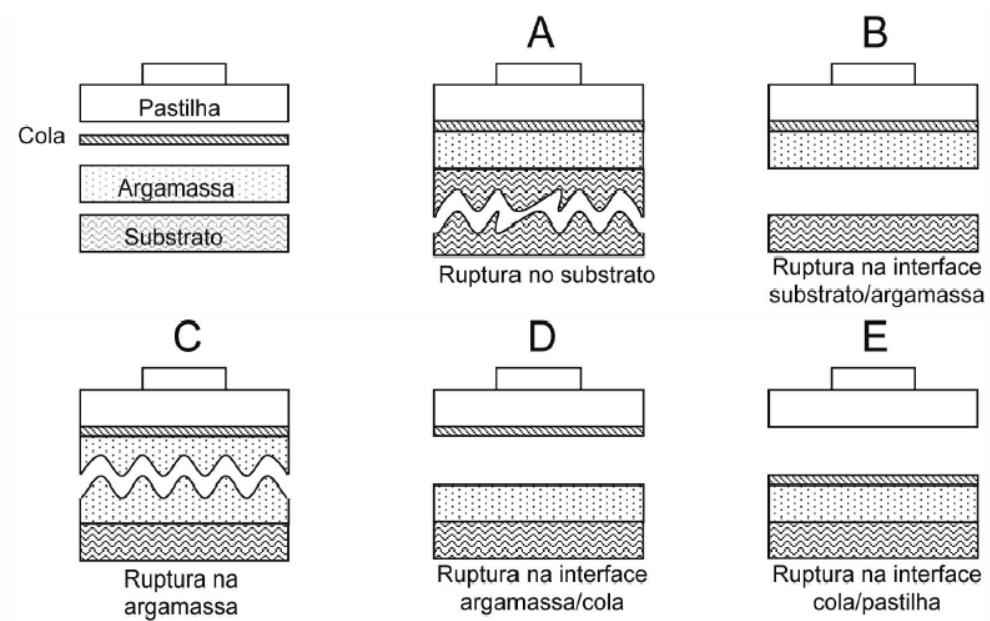


Figura 14: Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento sem chapisco.

Fonte: NBR 13528 (ABNT, 2010).

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E FÍSICAS DOS BLOCOS

7.1.1 Dimensões efetivas

Nas Tabelas 2 a 5 estão relacionados os resultados dos ensaios de verificação das dimensões efetivas das marcas e famílias ensaiadas. Nestes, os valores grifados encontra - se em desacordo com as tolerâncias expressas pela NBR 15270-1 (ABNT, 2005).

Tabela 2 – Verificação das dimensões efetivas – Cerâmica A

Bloco	Largura (L) - (cm)	Altura (H) - (cm)	Compr. (C) - (cm)
1	8,6	17,4	22,5
2	8,6	17,7	23,3
3	8,7	17,7	22,4
4	8,8	17,4	22,7
5	8,8	17,3	22,8
6	8,8	17,8	23,0
7	8,5	17,5	22,7
8	8,5	17,0	22,7
9	8,8	17,8	23,5
10	9,0	18,0	23,4
11	8,6	17,7	23,0
12	8,6	17,0	22,4
13	8,8	17,3	22,5
Média	8,7	17,5	22,8

Assim, conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2005) a cerâmica A foi reprovada.

Tabela 3 – Verificação das dimensões efetivas – Cerâmica B

Bloco	Largura (L) - (cm)	Altura (H) - (cm)	Compr. (C) - (cm)
1	9,2	18,0	23,4
2	9,0	18,2	23,3
3	8,9	18,2	23,6
4	9,0	18,0	23,1
5	9,0	18,2	23,1
6	9,0	17,8	23,5
7	8,9	17,8	23,7
8	8,9	17,9	23,0
9	9,0	18,2	23,5
10	9,0	17,8	23,2
11	9,0	18,3	23,7
12	9,0	18,4	23,8
13	8,7	17,8	23,2
Média	9,0	18,0	23,4

Assim, conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2005) a cerâmica B foi reprovada.

Tabela 4 – Verificação das dimensões efetivas – Cerâmica C

Bloco	Largura (L) - (cm)	Altura (H) - (cm)	Compr. (C) - (cm)
1	9,2	19,2	24,0
2	9,4	19,0	23,9
3	9,2	19,1	23,9
4	9,3	19,0	23,9
5	9,2	19,1	24,1
6	9,3	19,1	23,9
7	9,4	19,2	24,1
8	9,4	18,9	23,9
9	9,1	18,9	24,3
10	9,3	18,9	24,4
11	9,2	18,5	23,7
12	9,2	18,5	23,8
13	9,0	19,2	23,8
Média	9,2	19,0	24,0

Assim, conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2005) a cerâmica C foi aprovada.

Tabela 5 – Verificação das dimensões efetivas – Cerâmica D

Bloco	Largura (L) - (cm)	Altura (H) - (cm)	Compr. (C) - (cm)
1	9,0	17,9	22,7
2	9,2	18,3	23,3
3	9,4	18,7	24,2
4	9,2	18,5	23,8
5	9,4	18,5	24,0
6	9,0	18,2	22,8
7	9,3	18,8	23,7
8	9,5	18,6	24,1
9	9,3	19,0	24,0
10	9,2	18,9	24,0
11	9,1	18,2	23,5
12	9,4	18,7	23,5
13	9,2	18,5	24,0
Média	9,2	18,5	23,7

Assim, conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2005) a cerâmica D foi reprovada.

7.1.2 Desvio em relação ao esquadro

Na Tabela 6 está relacionado os resultados dos ensaios de verificação do desvio em relação ao esquadro das marcas/famílias ensaiadas. Nesta, os valores grifados encontram-se em desacordo com as tolerâncias normativas.

Tabela 6 – Verificação do desvio em relação ao esquadro

Bloco	Desvio em relação ao esquadro (mm)			
	Cerâmica A	Cerâmica B	Cerâmica C	Cerâmica D
1	2	5	0	1
2	2	2	0	4
3	5	1	0	2
4	6	1	1	1
5	3	2	6	5
6	3	2	0	5
7	5	4	1	2
8	5	0	3	0
9	1	1	0	1
10	3	2	3	2
11	3	2	7	2
12	3	1	0	4
13	2	1	2	0

Conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2005) apenas as cerâmicas B e C foram aprovadas.

7.1.3 Planeza das faces

Na Tabela 7 está relacionado os resultados da verificação da planeza das faces das marcas ensaiadas. Nesta, os valores grifados encontram - se em desacordo com as tolerâncias normativas.

Tabela 7 – Verificação da planeza das faces

Bloco	Planeza das faces ou flecha (mm)			
	Cerâmico A	Cerâmica B	Cerâmica C	Cerâmica D
1	3	0	0	0
2	0	0	0	0
3	4	0	0	0
4	3	0	0	0
5	2	0	0	5
6	2	0	0	5
7	1	0	2	4
8	3	2	0	0
9	1	0	0	3
10	2	1	0	2
11	1	0	0	1
12	3	0	0	2
13	2	0	0	1

Conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), todas as marcas foram aprovadas.

7.1.4 Índice de absorção de água

Na Tabela 8 estão relacionados os resultados dos ensaios de verificação do índice de absorção de água total das marcas ensaiadas. Nestas, os valores grifados encontram-se em desacordo com as tolerâncias normativas.

Tabela 8 – Verificação do índice de absorção de água total

Bloco	Índice de absorção de água (%)			
	Cerâmico A	Cerâmica B	Cerâmica C	Cerâmica D
1	14,0	17,12	16,38	14,25
2	6,2	17,75	16,17	16,84
3	14,3	18,08	14,93	24,44
4	13,5	17,92	14,93	23,42
5	13,0	17,51	14,23	15,94
6	9,8	13,85	16,43	23,93
Média	11,8	17,04	15,63	19,80

Conforme a NBR 15270-1 (2005), todas as marcas foram aprovadas, exceto D.

7.1.5 Absorção de água inicial

Para se ter mais segurança nos resultados utilizados realizou-se duas determinações para cada marca, onde foi possível obter 12 valores. Calculou-se a média aritmética, o desvio- padrão e o coeficiente de correlação para cada marca. Em seguida, com o objetivo de obter um intervalo de confiança, fixou-se um desvio em relação à média de 30%, no qual foi possível obter um valor superior e outro inferior. Desta forma utilizando os valores deste intervalo, calculou-se, novamente, a média, o desvio- padrão e o coeficiente de correlação. Este procedimento segue em ANEXOS de E a H.

A Tabela 9 apresenta a média dos resultados encontrados nos ensaios de verificação do índice de absorção de água inicial das marcas ensaiadas.

Tabela 9 – Verificação do índice de absorção de água inicial (AAI)

Índice de absorção de água inicial ((g/193,55cm ²)/min)				
Média	Cerâmica A	Cerâmica B	Cerâmica C	Cerâmica D
		5,4	15,5	10,3

Conforme os valores obtidos todas as marcas foram inferior a (30 g/193,55cm²)/min, sendo assim a NBR 15270-1 (ABNT, 2005) indica que os blocos não precisam ser umedecidos antes do assentamento.

7.2 CARACTERIZAÇÃO DO AGREGADO E DA ARGAMASSA

7.2.1 Caracterização do agregado

7.2.1.1 Distribuição granulométrica

A Tabela 10 apresenta os valores encontrados nas duas amostras para determinação da composição granulométrica do agregado miúdo.

Tabela 10 – Distribuição granulométrica

Dados	1° Determinação			2° Determinação		
	Massa Retida	% Retida	% Retida Acumulada	Massa retida	% Retida	% Retida Acumulada
4,75	0	0	0	0	0	0
2,36	0	0	0	0	0	0
1,18	3,6	0,72	0,72	3	0,6	0,6
0,6	57,2	11,44	12,16	50,2	10,04	10,64
0,3	277,7	55,54	67,7	265	53	63,64
0,15	125,5	25,1	92,8	137,6	27,52	91,16
Fundo	34,5	6,9	99,7	42,6	8,52	99,68
Total	498,5	99,7	–	498,4	99,68	–

Para melhor interpretação e análise do resultado, realizou-se a média da porcentagem retida e retida acumulada entre as duas determinações e por meio da Figura 15 é possível observar o comportamento da curva granulométrica do agregado.

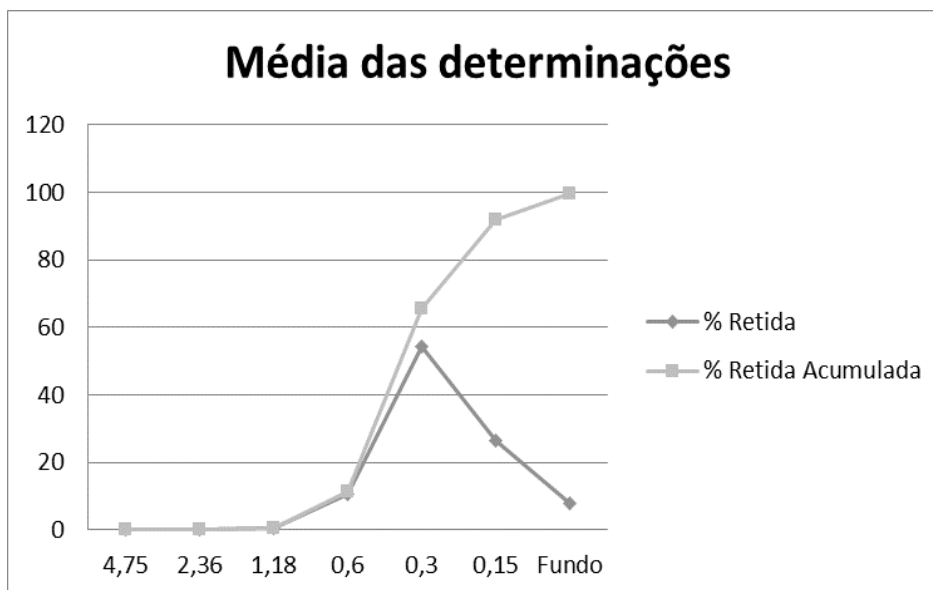


Figura 15 – Média das determinações da distribuição granulométrica.

Conforme a NBR NM 248 (ABNT, 2003) os resultados foram satisfatórios.

7.2.1.2 Massa específica pelo frasco de Chapman

Para obtenção deste dado foram utilizadas duas determinações, a leitura obtida no primeiro frasco foi de 388,5ml e no segundo foi de 389ml. O valor da massa específica foi, respectivamente, 2,65g/cm³ e 2,64g/cm³.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, uma vez que a diferença foi de apenas 0,01g/cm³, não ultrapassando o valor estabelecido pela NBR 9776 (ABNT, 1987) que é 0,05g/cm³.

7.2.1.3 Material pulverulento

Para esta determinação utiliza-se duas amostras, a massa inicial de cada uma era de 500g, após terem sido lavadas e secas em estufa as massas obtidas foram de 494,4g e 494,8g. O teor de materiais pulverulentos de cada uma foi, respectivamente, 1,12% e 1,04%. Dessa forma, os resultados obtidos foram satisfatórios pois, os valores encontrados não diferiram mais que 1%. O resultado final é dado pela média dos dois valores, assim foi igual a 0,08%.

7.2.1.4 Massa unitária

O recipiente utilizado no ensaio apresentava 316mm de comprimento, 316mm de largura e 200mm de altura, possuindo um volume de, aproximadamente, 20dm³. Para uma melhor precisão no resultado foram obtidas três determinações, as massas obtidas foram 29,22Kg; 29,54Kg e 29,32Kg. As massas unitárias encontradas foram, respectivamente, 1,46Kg/dm³; 1,48Kg/dm³ e 1,47Kg/dm³, logo a média dessas três determinações foi 1,47Kg/dm³. Conforme a NBR 7251 (ABNT, 1982), os resultados encontrados foram satisfatórios, pois, os valores individuais de cada amostra não diferiram mais que 1% em relação à média.

7.2.1.5 Teor de torrões de argila e materiais friáveis

Conforme estabelecido pela NBR 7211 (ABNT, 2005) realizou-se três determinações, os valores encontrados foram 199,6g; 198,7g e 199,8g, os teores de torrões de argila e materiais friáveis de cada uma foram, respectivamente, 0,2%; 0,65% e 0,1%. Dessa forma, o resultado obtido foi de 0,32%.

O limite máximo aceitável pela norma é de 3,0%, quantidade esta que é relativa à massa do agregado miúdo, sendo assim pode-se afirmar que o resultado foi satisfatório.

7.2.2 Caracterização da argamassa

7.2.2.1 Determinação do índice de consistência

As medidas obtidas através dos diâmetros ortogonais entre si do espalhamento da argamassa foram iguais a 28cm; 28,5cm e 28,5cm. A média destes diâmetros foi igual a 280mm, uma vez que o índice é representado em milímetros e arredondado para o número inteiro mais próximo.

7.2.2.2 Determinação da retenção de água

O resultado obtido para a retenção de água da argamassa, utilizando o traço 1:1:6 foi de 91% e o fator água/argamassa fresca foi igual a 0,17. Dessa forma, conforme a NBR 13281 (ABNT, 2005), a argamassa é classificada como U4.

7.2.2.3 Aferição da resistência à compressão

Os resultados obtidos para a resistência a compressão da argamassa utilizada foram os seguintes:

Corpo de prova 1: 1,6MPa;

Corpo de prova 2: 1,7MPa;

Corpo de prova 3: 1,8MPa;

Corpo de prova 4: 1,7MPa;

Corpo de prova 5: 1,6MPa;

Corpo de prova 6: 2,0 MPa.

De acordo com os resultados obtidos a argamassa pode ser classificada, conforme a NBR 13281 (ABNT, 2005), como sendo uma argamassa de classe P2 que pode ter resistência a compressão variando de 1,5 a 3,0MPa.

7.3 AFERIÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

A média e a mediana dos resultados obtidos para as diferentes faixas de absorção de água e absorção de água inicial são expressos na Tabela 11. Os resultados individuais para cada bloco seguem em ANEXOS de A a D.

Tabelas 11 – Médias e medianas dos ensaios de arrancamentos

Cerâmica	Absorção total	AAI ((g/193,55cm ²)/min)	RA - Médias			RA - Medianas		
			Seca	Úmida	Saturada	Seca	Úmida	Saturada
A	11,8%	5,4	0,07 MPa	0,07 MPa	0,02 MPa	0,06 MPa	0,00 MPa	0,00 MPa
B	17,0%	15,5	0,21 MPa	0,15 MPa	0,00 MPa	0,21 MPa	0,13 MPa	0,00 MPa
C	15,5%	10,3	0,15 MPa	0,09 MPa	0,01 MPa	0,14 MPa	0,01 MPa	0,00 MPa
D	19,8%	11,9	0,11 MPa	0,10 MPa	0,00 MPa	0,11 MPa	0,10 MPa	0,00 MPa

Durante o ensaio de arrancamento alguns blocos tiveram seus revestimentos desprendidos sem que houvesse a aplicação de carga, sendo assim a Tabela 12 mostra as porcentagens de desprendimentos nas diferentes técnicas de preparo das superfícies para cada marca.

Tabela 12 – Desprendimento do revestimento durante o ensaio de arrancamento

Cerâmica	% de desprendimentos durante o ensaio de arrancamento		
	Superfície Seca	Superfície Úmida	Superfície Saturada
A	33,3%	58,3%	75,0%
B	8,3%	8,3%	58,3%
C	25,0%	50,0%	66,7%
D	0,0%	33,3%	75,0%
Média	16,7%	37,5%	68,8%

Para melhor interpretação dos resultados, foram feitas análises por meio de gráficos, conforme se apresenta a seguir.

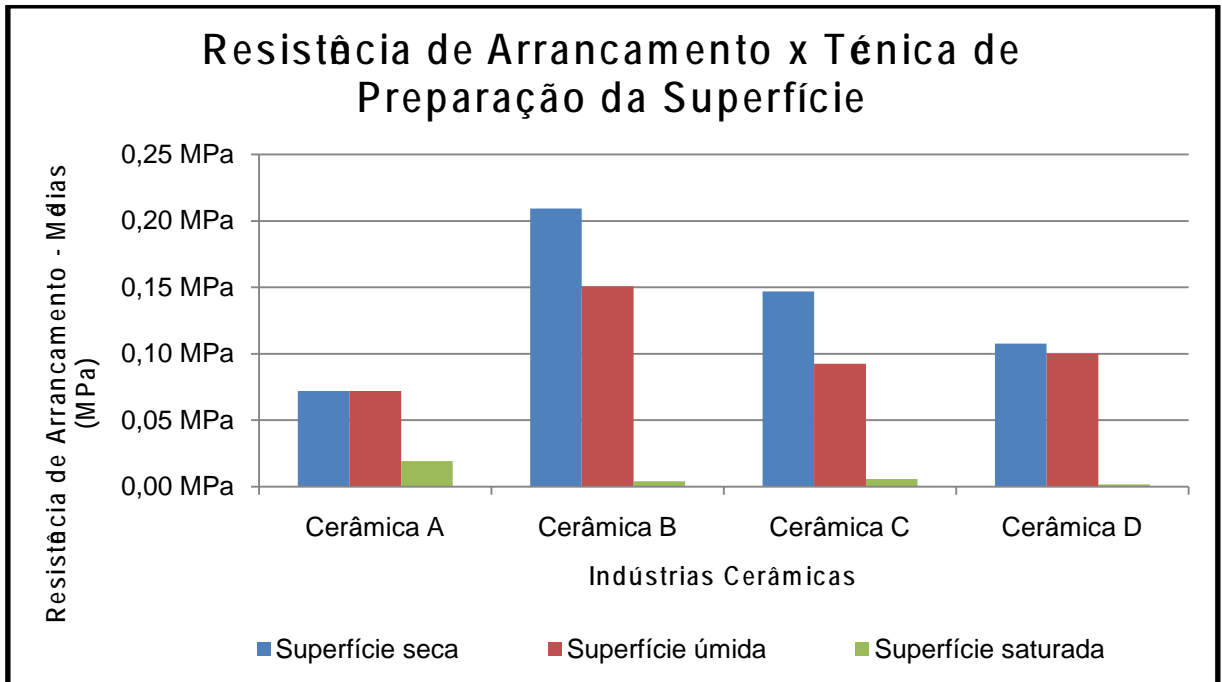


Figura 16 – Média da resistência de arrancamento nas diferentes técnicas de preparação da superfície.

Conforme análise da Figura 16 pode constatar que a técnica de preparação da superfície seca foi a que obteve melhores resistências de arrancamento e que a da superfície úmida apresentou uma redução de 23%, enquanto a saturada de 94% em relação à média da resistência de arrancamento da superfície seca.

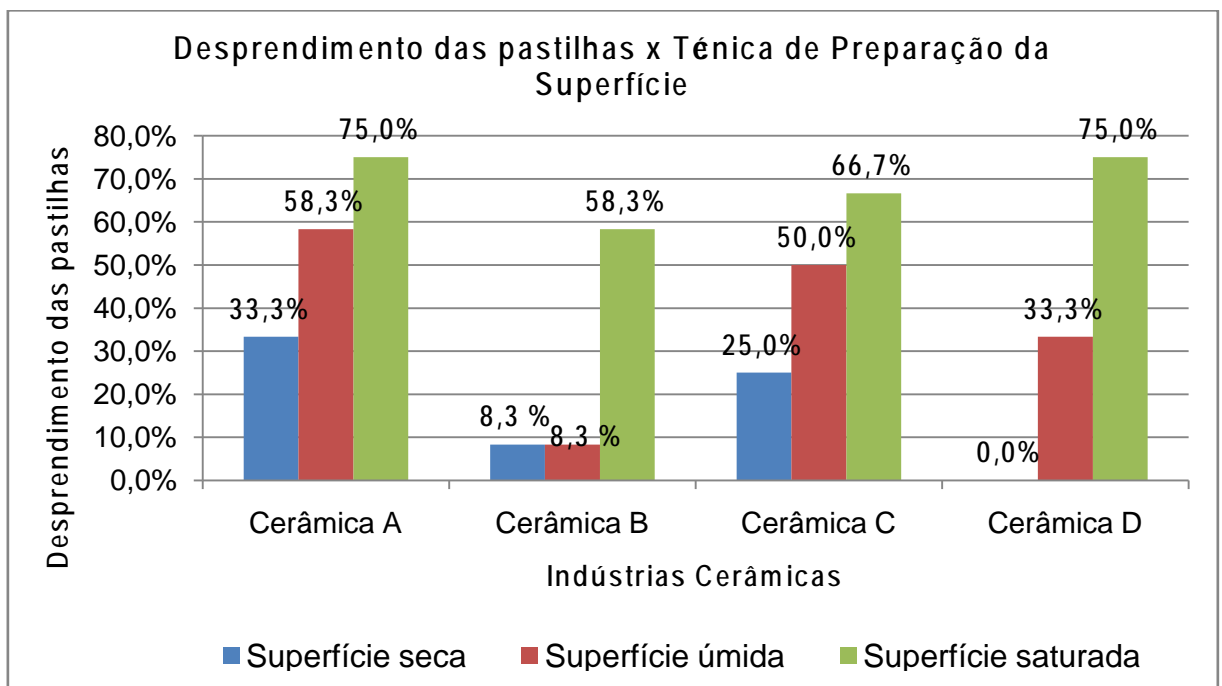


Figura 17 – Porcentagem de desprendimento das pastilhas nas diferentes técnicas de preparação da superfície.

De acordo com o Figura 17 é possível destacar que, em geral, a técnica de preparação da superfície seca apresentou os melhores resultados pois, obteve as menores porcentagens de pastilhas desprendidas durante o ensaio de arrancamento. A superfície úmida apresentou um acréscimo de 125% de desprendimento, já a saturada de 313% em relação à média da superfície seca.

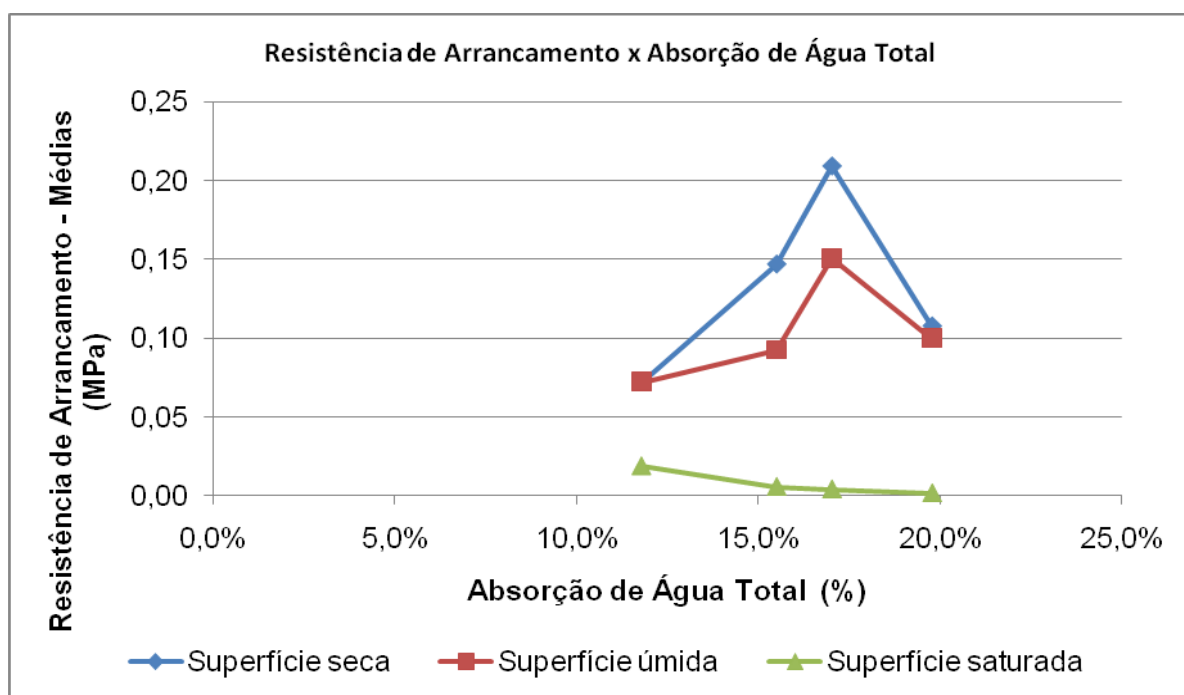


Figura 18 – Média da absorção de água total e da resistência de arrancamento para as diferentes técnicas de preparação da superfície.

Por meio da análise da Figura 18 foi possível observar que os resultados mais satisfatórios mantiveram-se presente na média da resistência de arrancamento da superfície seca, com um crescimento até 17% da absorção de água total e depois com o aumento dessa absorção houve uma queda na média da resistência de arrancamento, esta tendência pode ser observada tanto para a superfície seca quanto para a úmida.

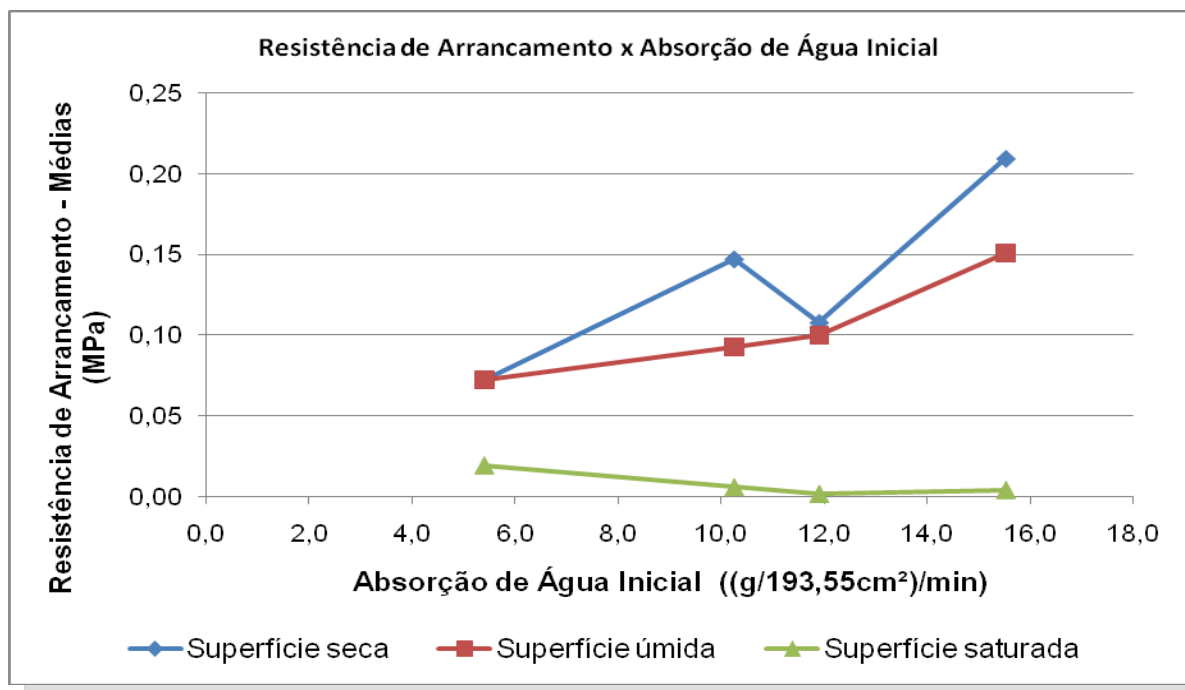


Figura 19 – Média da absorção de água inicial e da resistência de arrancamento para as diferentes técnicas de preparação da superfície.

Conforme análise da Figura 19 pode-se perceber que os melhores resultados se mantiveram na técnica de preparação da superfície seca, embora foi possível observar uma queda na resistência de arrancamento para uma AAI entre 10,3 e 11,9. Já para a técnica de preparação da superfície úmida com o aumento da AAI, foi possível perceber um aumento na resistência de arrancamento.

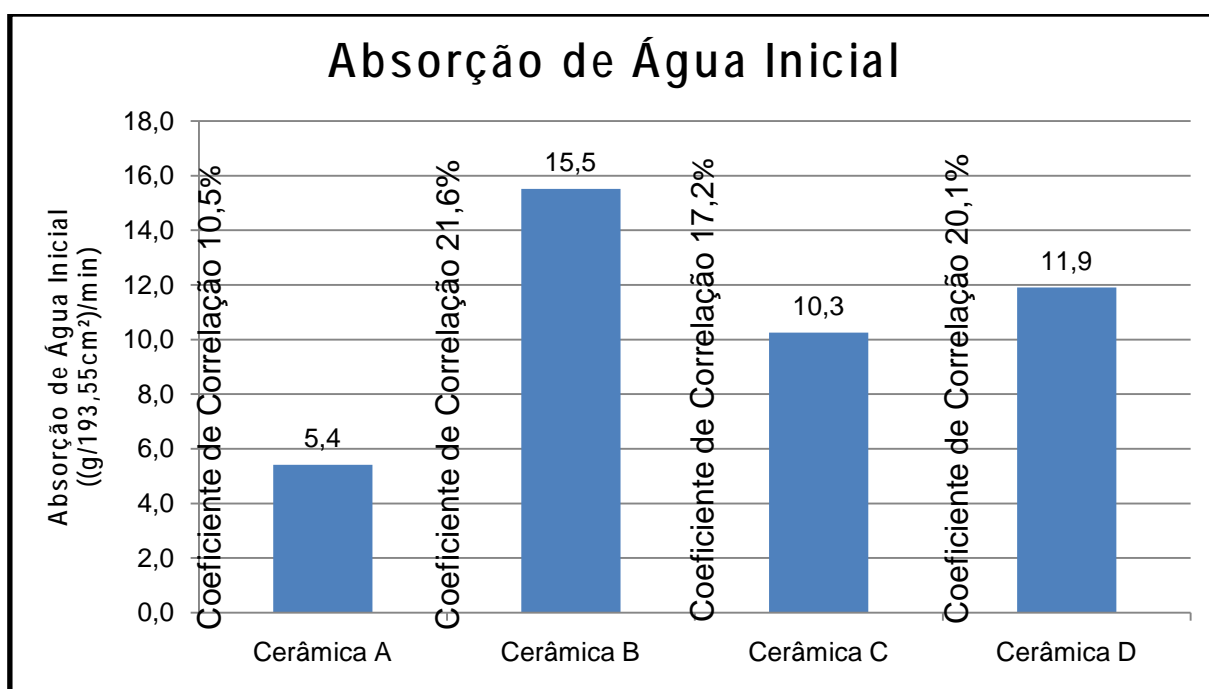


Figura 20 – Média da absorção de água inicial para as diferentes marcas.

Embora estudos já desenvolvidos apontem que os blocos cerâmicos comercializados no Tocantins obtêm AAI superiores a $(30 \text{ g}/193,55\text{cm}^2) /\text{min}$, o estudo em questão mostrou que todas as marcas utilizadas obtiveram valor inferior a este, conforme mostra a Figura 20. A marca que obteve a maior AAI foi a B com $(15,5\text{g}/193,55\text{cm}^2) /\text{min}$.

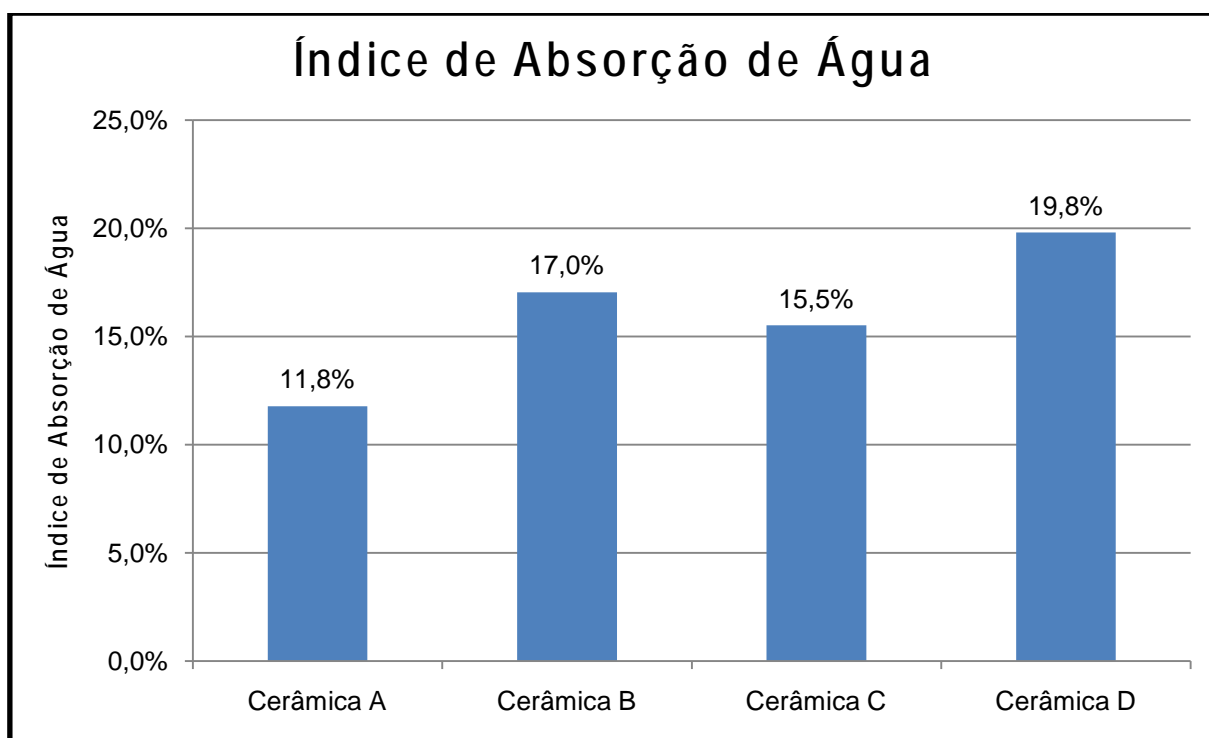


Figura 21 – Média da absorção de água total para as diferentes marcas.

De acordo com a Figura 21 o índice de absorção de água total seguiu a mesma tendência da absorção de água inicial, Figura 20. No entanto, a marca que obteve o maior índice de absorção de água total foi a D.

8 CONCLUSÃO

As manifestações patológicas em painéis de alvenaria decorrentes da preparação incorreta da superfície são, frequentemente, encontradas nas edificações no estado do Tocantins. Isso ocorre porque falta a conscientização dos profissionais da construção civil de que não há um único processo de execução para se executar revestimentos com argamassa. É necessário fazer um estudo que possibilite identificar a melhor forma de preparação da superfície para se ter o melhor desempenho possível do sistema revestimento/substrato.

Para a execução do revestimento com argamassa sobre substratos cerâmicos, é importante conhecer as características deste, principalmente, no que se refere a absorção de água, pois influencia de forma direta na interação entre o substrato e a argamassa.

Assim como nos estudos realizados por Carasek (1996), nos quais apontam que os substratos secos resultam nos mais altos valores de resistência de aderência, o estudo em questão obteve os melhores resultados para a técnica de preparação da superfície seca, levando em consideração, principalmente, a absorção de água total e inicial dos blocos.

8.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As construções atuais contam com diferentes tipos de materiais e técnicas de execução para fazer um revestimento, por isso é importante conhecer o desempenho de cada material e a forma como trabalham em conjunto. Desta forma seria de suma importância realizar mais estudos nesta área. A seguir algumas sugestões:

- Confeccionar a argamassa de revestimento utilizando aditivos, como exemplo, o incorporador de ar, para analisar o desempenho do sistema argamassa/substrato.
- Utilizar diferentes traços de argamassas de revestimento para as mesmas famílias e marcas adotadas neste estudo, com o objetivo de comparar resultados.

- Adotar diferentes tipos de blocos, como por exemplo blocos de concreto, para avaliar a interação entre o bloco e a argamassa.
- Adotar os mesmos procedimentos experimentais deste trabalho, no entanto, com a utilização de chapisco antes da aplicação do revestimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7175: Cal hidratada para argamassa – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência a compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7218: Agregados – Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7219: Agregados – Determinação do teor de materiais pulverulentos. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7251: Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9776: Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13277: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – determinação da retenção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 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: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13528: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14082: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – execução do substrato padrão e aplicação de argamassa para ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270-3: Componentes cerâmicos Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. BT 106: Guia básico de utilização do cimento Portland. São Paulo: ABCP, 2002.

CANDIA, M.C. Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desempenho dos revestimentos de argamassa. São Paulo, 1998. 262 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CARASEK, Helena. Aderência de argamassa à base de cimento Portland a substratos porosos – Avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação. Tese (Doutorado em Engenharia), 1996. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Universidade de São Paulo, São Paulo.

CARASEK, Helena. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, 2007.

CINCOTTO, M. A.; SILVA, M. A. C.; CARASEK, H. Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Publicação IPT 2378), 1995. 118 p. Boletim Técnico 68 IPT.

CARASEK, H.; CASCUDO, O.; SCARTEZINI, L.M.B. Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 4., 2001, Brasília. Anais... Brasília: UnB/ANTAC, 2001. p.43 – 67.

FIORITO, Antônio J.S.I. Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução. São Paulo: Pini, 1994.

GUIMARÃES, José Epitácio Passos. A cal: Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil. 2ª Edição. São Paulo: Pini, 2002.

LEAL, Franz Eduardo Castelo Branco. Estudo do desempenho do chapisco como procedimento de preparação de base em sistemas de revestimento. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil), 2003. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia – Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Brasília, Brasília.

MACIEL, Luciana Leone; BARROS, Mércia M. S. Bottura; SABBATINI, Fernando Henrique. Recomendações para Execução de Revestimentos de Argamassa para paredes de vedação internas e externa e tetos. São Paulo: 1998.

MAGALHÃES, Jardson Moura da Silva. Estudo do Desempenho de Chapisco Aditivado sobre Substrato Cerâmico com Textura Acrílica. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil), 2009. Centro Luterano de Palmas, Palmas.

SALLES NETO, Moacyr; LELIS, Flávio Roldão de Carvalho; ARAÚJO, João Rafael Hojuara. Desempenho de elementos cerâmicos da Região de Palmas. In: IV Jornada de Iniciação Científica do CEULP/ULBRA, 2004, Palmas – TO.

SALLES NETO, Moacyr. Estudo do mecanismo de formação de florescências em revestimentos de argamassa aplicados a substrato cerâmico e o efeito de barreira. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil), 2010. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Brasília, Brasília.

SALLES NETO, Moacyr; ARAÚJO, João Rafael Hojuara; LELIS, Flávio Roldão de Carvalho. Capacidade portante de prismas cerâmicos da região de Palmas. In: III Jornada de Iniciação Científica do Centro Luterano de Palmas. Palmas: 2003.

SANTOS, C. C. N. Critérios de projetabilidade para as argamassas industrializadas de revestimento utilizando bomba de argamassa com eixo helicoidal. Brasília, 2003. 135 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Programa de pós graduação em Estrutura e Construção Civil, Universidade de Brasília.

SCARTEZINI, L. M. B. Influência do tipo e preparo do substrato na aderência dos revestimentos de argamassa: estudo da evolução ao longo do tempo, influência da cura e avaliação da perda de água da argamassa fresca. Goiânia, 2002. 262 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.

SELECTA, Soluções em Blocos. Argamassa de assentamento. Disponível em: <http://www.selectablocos.com.br>. Acesso em: 07 de março de 2013 às 14h:43.

SELMO, S. M. S. Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachada de edifícios. São Paulo, 1989. 227 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

PRÉ FORTE, Máquinas e Equipamentos para construção. Argamassa de revestimento. Disponível em: <http://www.prefort.com.br>. Acesso em: 07 de março de 2013 às 15h:02.

ANEXOS

ANEXO A – Ensaio de arrancamento com os blocos cerâmicos “A”

	CP	Pontos	Carga de ruptura-Kgf	Forma de ruptura (%)						Área (mm ²)	Carga de ruptura (N)	Tensão Ra (MPa)
				Cola	Cola/Arg.	Argam.	Arg./subs.	Subst.	Total			
Bloco A - Seco	3	1	28			15	85		100	1963,50	274,7	0,14
		2	19			5	95		100	1963,50	186,4	0,09
		3	34			20	80		100	1963,50	333,5	0,17
	4	1	32			2	98		100	1963,50	313,9	0,16
		2	2			2	98		100	1963,50	19,6	0,01
		3	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
	6	1	25				100		100	1963,50	245,3	0,12
		2	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
	13	1	29			5	95		100	1963,50	284,5	0,14
		2	4			2	98		100	1963,50	39,2	0,02
		3	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
Bloco A - Úmido	2	1	20			5	95		100	1963,50	196,2	0,10
		2	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
	5	1	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		2	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
	7	1	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		2	49			20	80		100	1963,50	480,7	0,24
		3	29			15	85		100	1963,50	284,5	0,14
	8	1	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		2	47			5	95		100	1963,50	461,1	0,23
		3	28			20	80		100	1963,50	274,7	0,14
Bloco A - Saturado	15	1	17				100		100	1963,50	166,8	0,08
		2	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
	10	1	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		2	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
	11	1	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00
		2	2			5	95		100	1963,50	19,6	0,01
		3	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00
	14	1	27			10	90		100	1963,50	264,9	0,13
		2	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0			10	90		100	1963,50	0,0	0,00

ANEXO B – Ensaio de arrancamento com os blocos cerâmicos “B”

	CP	Pontos	Carga de ruptura-Kgf	Forma de ruptura (%)						Área (mm ²)	Carga de ruptura (N)	Tensão Ra (MPa)
				Cola	Cola/Arg.	Arg.	Arg./subs.	Subst.	Total			
Bloco B - Seco	1	1	58			20	80		100	1963,50	569,0	0,29
		2	59			20	80		100	1963,50	578,8	0,29
		3	42			20	80		100	1963,50	412,0	0,21
	2	1	36			20	80		100	1963,50	353,2	0,18
		2	38			20	80		100	1963,50	372,8	0,19
		3	22	80		20			100	1963,50	215,8	0,11
	4	1	46			20	80		100	1963,50	451,3	0,23
		2	52			5	95		100	1963,50	510,1	0,26
		3	29			10	90		100	1963,50	284,5	0,14
	3	1	58			15	85		100	1963,50	569,0	0,29
		2	43			15	85		100	1963,50	421,8	0,21
		3	0			10	90		100	1963,50	0,0	0,00
Bloco B - Úmido	5	1	50			15	85		100	1963,50	490,5	0,25
		2	53	95		5			100	1963,50	519,9	0,26
		3	48			10	90		100	1963,50	470,9	0,24
	6	1	43			15	85		100	1963,50	421,8	0,21
		2	48			30	70		100	1963,50	470,9	0,24
		3	20			20	80		100	1963,50	196,2	0,10
	9	1	1				100		100	1963,50	9,8	0,00
		2	2				100		100	1963,50	19,6	0,01
		3	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
	8	1	88			15	85		100	1963,50	863,3	0,44
		2	6			10	90		100	1963,50	58,9	0,03
		3	26			20	80		100	1963,50	255,1	0,13
Bloco B - Saturado	16	1	3			10	90		100	1963,50	29,4	0,01
		2	3			2	98		100	1963,50	29,4	0,01
		3	2			2	98		100	1963,50	19,6	0,01
	12	1	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		2	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0			2	98		100	1963,50	0,0	0,00
	14	1	1			5	95		100	1963,50	9,8	0,00
		2	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		3	1				100		100	1963,50	9,8	0,00
	15	1	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00
		2	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00

ANEXO C – Ensaio de arrancamento com os blocos cerâmicos “C”

	CP	Pontos	Carga de ruptura- Kgf	Forma de ruptura (%)					Área (mm ²)	Carga de ruptura (N)	Tensão Ra (MPa)	
				Cola	Cola/ Arg.	Arg.	Arg./ subs.	Subst.				Total
Bloco C - Seco	1	1	53			25	75		100	1963,50	519,9	0,26
		2	22			20	80		100	1963,50	215,8	0,11
		3	20			5	95		100	1963,50	196,2	0,10
	2	1	43			2	98		100	1963,50	421,8	0,21
		2	55			5	95		100	1963,50	539,6	0,27
		3	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
	4	1	68			25	75		100	1963,50	667,1	0,34
		2	36			5	95		100	1963,50	353,2	0,18
		3	32			5	95		100	1963,50	313,9	0,16
	5	1	24			5	95		100	1963,50	235,4	0,12
		2	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
Bloco C - Úmido	11	1	36			30	70		100	1963,50	353,2	0,18
		2	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
	9	1	63			5	95		100	1963,50	618,0	0,31
		2	4			10	90		100	1963,50	39,2	0,02
		3	87			15	85		100	1963,50	853,5	0,43
	8	1	0			20	80		100	1963,50	0,0	0,00
		2	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00
		3	8			15	85		100	1963,50	78,5	0,04
	10	1	0			10	90		100	1963,50	0,0	0,00
		2	24			5	95		100	1963,50	235,4	0,12
		3	0			10	90		100	1963,50	0,0	0,00
Bloco C - Saturado	6	1	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		2	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
	12	1	2			2	98		100	1963,50	19,6	0,01
		2	0			2	98		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00
	14	1	2			20	80		100	1963,50	19,6	0,01
		2	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		3	2				100		100	1963,50	19,6	0,01
	13	1	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00
		2	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00
		3	8			10	90		100	1963,50	78,5	0,04

ANEXO D – Ensaio de arrancamento com os blocos cerâmicos “D”

	CP	Pontos	Carga de ruptura-Kgf	Forma de ruptura (%)						Área (mm ²)	Carga de ruptura (N)	Tensão Ra (MPa)
				Cola	Cola/Arg.	Arg.	Arg./subs.	Subst.	Total			
Bloco D - Seco	9	1	27			2	98		100	1963,50	264,9	0,13
		2	2			10	90		100	1963,50	19,6	0,01
		3	3			2	98		100	1963,50	29,4	0,01
	5	1	66			10	90		100	1963,50	647,5	0,33
		2	3			5	95		100	1963,50	29,4	0,01
		3	1			5	95		100	1963,50	9,8	0,00
	8	1	40			10	90		100	1963,50	392,4	0,20
		2	18			2	98		100	1963,50	176,6	0,09
		3	22			30	70		100	1963,50	215,8	0,11
	3	1	24			15	85		100	1963,50	235,4	0,12
		2	31			10	90		100	1963,50	304,1	0,15
		3	29	90		10			100	1963,50	284,5	0,14
Bloco D - Úmido	2	1	65				100		100	1963,50	637,7	0,32
		2	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0			10	90		100	1963,50	0,0	0,00
	1	1	43			20	80		100	1963,50	421,8	0,21
		2	21			20	80		100	1963,50	206,0	0,10
		3	30	85		15			100	1963,50	294,3	0,15
	4	1	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00
		2	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00
		3	6			10	90		100	1963,50	58,9	0,03
	6	1	31			25	75		100	1963,50	304,1	0,15
		2	28			20	80		100	1963,50	274,7	0,14
		3	26			15	85		100	1963,50	255,1	0,13
Bloco D - Saturado	11	1	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		2	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
	7	1	1			15	85		100	1963,50	9,8	0,00
		2	0			15	85		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0			15	85		100	1963,50	0,0	0,00
	10	1	0				100		100	1963,50	0,0	0,00
		2	2			20	80		100	1963,50	19,6	0,01
		3	1			10	90		100	1963,50	9,8	0,00
	12	1	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00
		2	0			5	95		100	1963,50	0,0	0,00
		3	0			2	98		100	1963,50	0,0	0,00

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE AAI - A								
Bloco	M(inicial) - (g)	M(final) - (g)	Ab	Av	Aliq	AAI		
1	2457,6	2467,8	389,76	0,00	389,76	5,1	Média	6,7
2	2446,5	2457,8	400,20	0,00	400,20	5,5	Desvio- padrão	2,8
3	2440,2	2461,8	406,00	0,00	406,00	10,3	Coeficiente de correlação	42,58%
4	2453,2	2471,7	396,72	0,00	396,72	9,0	Desvio em relação à média	30%
5	2462,3	2488,4	438,45	0,00	438,45	11,5	Intervalo superior	8,6
6	2459,3	2480,3	411,18	0,00	411,18	9,9	Intervalo inferior	4,7
7	2475,0	2485,8	412,41	0,00	412,41	5,1		
8	2514,6	2527,8	396,48	0,00	396,48	6,4	Nova Média	5,4
9	2494,6	2506,3	394,98	0,00	394,98	5,7	Novo desvio padrão	0,6
10	2458,1	2466,8	394,44	0,00	394,44	4,3	Novo coeficiente de correlação	10,5%
11	2464,1	2474,0	409,40	0,00	409,40	4,7		
12	2498,6	2503,6	407,10	0,00	407,10	2,4		
				Média		6,7		

ANEXO F – Determinação do índice de absorção de água inicial dos blocos “B”

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE AAI - B								
Bloco	M(inicial) - (g)	M(final) - (g)	Ab	Av	Aliq	AAI		
1	2465,8	2515,0	436,61	0,00	436,61	21,8	Média	14,4
2	2444,4	2484,5	429,52	0,00	429,52	18,1	Desvio- padrão	5,5
3	2409,5	2462,8	438,45	0,00	438,45	23,5	Coeficiente de correlação	38,50%
4	2368,3	2406,3	434,24	0,00	434,24	16,9	Desvio em relação à média	30%
5	2447,8	2491,0	436,60	0,00	436,60	19,2	Intervalo superior	18,7
6	2462,0	2499,3	437,92	0,00	437,92	16,5	Intervalo inferior	10,1
7	2309,4	2332,0	412,96	0,00	412,96	10,6		
8	2359,7	2378,6	433,71	0,00	433,71	8,4	Nova Média	15,5
9	2264,9	2286,3	431,88	0,00	431,88	9,6	Novo desvio padrão	3,4
10	2272,6	2291,9	424,06	0,00	424,06	8,8	Novo coeficiente de correlação	21,60%
11	2359,4	2379,9	416,52	0,00	416,52	9,5		
12	2346,5	2366,9	413,49	0,00	413,49	9,5		
				Média		14,4		

ANEXO G – Determinação do índice de absorção de água inicial dos blocos “C”

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE AAI - C								
Bloco	M(inicial) - (g)	M(final) - (g)	Ab	Av	Aliq	AAI		
1	2664,7	2703,7	449,82	0,00	449,82	16,8	Média	11,2
2	2732,6	2762,7	456,00	0,00	456,00	12,8	Desvio-padrão	2,7
3	2573,9	2597,9	442,70	0,00	442,70	10,5	Coeficiente de correlação	24,49%
4	2712,3	2743,0	457,90	0,00	457,90	13,0	Desvio em relação à média	30,0%
5	2611,8	2646,4	446,50	0,00	446,50	15,0	Intervalo superior	14,6
6	2645,1	2673,4	450,30	0,00	450,30	12,2	Intervalo inferior	7,8
7	3030,2	3051,4	462,72	0,00	462,72	8,9		
8	3019,9	3041,6	451,71	0,00	451,71	9,3	Nova Média	10,3
9	2843,8	2866,9	459,27	0,00	459,27	9,7	Novo desvio padrão	1,8
10	2878,3	2897,6	461,16	0,00	461,16	8,1	Novo coeficiente de correlação	17,2%
11	3044,5	3065,5	440,30	0,00	440,30	9,2		
12	2376,5	2396,0	424,23	0,00	424,23	8,9		
						Média		11,2

ANEXO H - Determinação do índice de absorção de água inicial dos blocos

"D"

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE AAI - D								
Bloco	M(inicial) - (g)	M(final) - (g)	Ab	Av	Aliq	AAI		
1	2505,5	2536,6	431,30	0,00	431,30	14,0	Média	11,3
2	2668,6	2702,2	447,30	0,00	447,30	14,5	Desvio-padrão	4,2
3	2583,5	2620,2	440,80	0,00	440,80	16,1	Coeficiente de correlação	37,70%
4	2542,2	2579,0	439,30	0,00	439,30	16,2	Desvio em relação à média	30,0%
5	2640,7	2671,0	428,64	0,00	428,64	13,7	Intervalo superior	14,6
6	2524,4	2558,8	439,92	0,00	439,92	15,1	Intervalo inferior	7,9
7	2685,4	2695,8	406,33	0,00	406,33	5,0		
8	2694,8	2706,2	426,39	0,00	426,39	5,2	Nova Média	11,9
9	2730,3	2751,9	452,54	0,00	452,54	9,2	Novo desvio padrão	2,4
10	2663,9	2687,1	444,00	0,00	444,00	10,1	Novo coeficiente de correlação	20,1%
11	2592,2	2605,2	414,96	0,00	414,96	6,1		
12	2778,7	2801,6	448,26	0,00	448,26	9,9		
						Média		11,3