



**VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DE
REVESTIMENTOS CERÂMICOS QUANTO À RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À
TRAÇÃO**

CURITIBA
2021



LUCAS MONTENEGRO GOMES
RODOLPHO MANTOVANI

**VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DE
REVESTIMENTOS CERÂMICOS QUANTO À RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À
TRAÇÃO**

Projeto de pesquisa desenvolvido para futuro desenvolvimento do Trabalho de Conclusão do Curso de Pós-Graduação em Patologia nas Obras Civis para obtenção do grau de especialista.

Prof. Orientador: Luis César S. De Luca, M.Sc.

CURITIBA

2021

RESUMO

Levando em consideração a incidência de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos, e as consequências causadas por possíveis deslocamentos, tais como: acidentes, gastos com retrabalhos, desperdícios de materiais e produção de resíduos; é de suma importância a escolha correta do revestimento bem como a sua correta aplicação. Buscando evitar o surgimento de tais manifestações, presume-se que a absorção de água de revestimentos cerâmicos pode influenciar na resistência de aderência à tração e consequentemente no deslocamento de revestimento cerâmico. Portanto, o objetivo geral deste trabalho é verificar a influência da absorção de água de revestimentos cerâmicos na resistência de aderência à tração. Para isso, foram realizados cinco ensaios com cinco tipos de revestimentos cerâmicos, um de cada uma das cinco classes de absorção da NBR 13.006 (ABNT, 2020) - Placas cerâmicas: Definições, classificação, características e marcação. Cada tipo de revestimento cerâmico foi recortado em 10 pastilhas de 50x50mm e assentadas com argamassa colante em substrato padrão de 250mmx500mmx20mm, conforme NBR 14.081 (ABNT 2012) - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Na tentativa de evitar variáveis no ensaio, como: temperatura, pressão, umidade, argamassa colante, quantidade de água de amassamento e tempo de cura, foram fabricadas 50 pastilhas metálicas de 50x50mm que possibilitaram que os ensaios de todas as peças fossem realizados no mesmo dia. Durante os ensaios, foram avaliadas as formas de ruptura e principalmente a tensão de ruptura. Dentre os cinco ensaios realizados, três resultados foram dados como conclusivos, nos quais, foi observado um aumento de 18,5% na resistência de aderência à tração quando a absorção de água do revestimento cerâmico era maior, atingindo os objetivos do trabalho de verificar a influência da absorção de água de diferentes classes de revestimentos cerâmicos na resistência de aderência à tração e corroborando a hipótese de que a absorção de água de diferentes classes de revestimentos cerâmicos influencia na resistência de aderência à tração.

Palavras-chave: Revestimento cerâmico; deslocamento; arrancamento; aderência à tração; absorção de água.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sistema de revestimento cerâmico em pisos e paredes	16
Figura 2 – Aderímetro	21
Figura 3 - Pastilha utilizada no ensaio de arrancamento	22
Figura 4 - Esquema de ensaio de resistência a tração	22
Figura 5 – Formas de ruptura dos corpos de provas do ensaio de arrancamento	23
Figura 6 - Modelo de substrato padrão adotado	24
Figura 7 - Embalagem Votomassa ACII - Cerâmica Interna e Externa.....	25
Figura 8 - Revestimento para parede Retangular Cerâmica Flamingo 20x20 Artens.....	27
Figura 9 - Revestimento Decorativo Cerâmica Food Black 20,3x20,3cm Artens	29
Figura 10 - Revestimento Decorativo Cerâmica Artsy Floral Preto 20,3x20,3cm Artens.....	32
Figura 11 - Revestimento para Parede Brilhante Borda Arredondada 6029 31,9x54,2cm Viva Cerâmica.....	33
Figura 12 - Revestimento para Parede Brilhante Borda Arredondada Antartida 30x60cm Portobello.....	36
Figura 13 - Adesivo plástico cinza utilizado nos experimentos	36
Figura 14 - Serra mármore utilizada para fatiar as amostras de revestimento cerâmico.....	37
Figura 15 – Disco de corte de alta precisão para porcelanato utilizado para fatiar as amostras de revestimento cerâmico	37
Figura 16 - Amostras de revestimentos fatiadas para execução dos ensaios	38
Figura 17 – Argamassa utilizada, com indicativo de uso de água	38
Figura 18 - Assentamento do revestimento cerâmico com absorção de água menor que 0,5%	39
Figura 19 - Assentamento do revestimento cerâmico com absorção de água entre 0,5% e 3,0%.....	40

Figura 20 - Assentamento do revestimento cerâmico com absorção de água entre 3,0% e 6,0%	40
Figura 21 - Assentamento do revestimento cerâmico com absorção de água entre 6,0% e 10,0%	41
Figura 22 - Assentamento do revestimento cerâmico com absorção de água entre 10,0% e 20,0%	41
Figura 23 - Pastilhas de arrancamento coladas no revestimento cerâmico..	42
Figura 24 – Aderímetro utilizado no ensaio de arrancamento	43
Figura 25 - Dados do de calibração do equipamento	43
Figura 26 - Disposição das peças com absorção de água menor que 0,5%	44
Figura 27 - Resultado do ensaio de arrancamento das peças com absorção de água menor que 0,5%	44
Figura 28 - Formas de ruptura das peças com absorção de água menor que 0,5%	45
Figura 29 - Disposição das peças com absorção de água entre 0,5% e 3,0%	45
Figura 30 - Resultado do ensaio de arrancamento das peças com absorção de água entre 0,5% e 3,0%	46
Figura 31 - Formas de ruptura das peças com absorção de água entre 0,5% e 3,0%	46
Figura 32 - Disposição das peças com absorção de água entre 3,0% e 6,0%	47
Figura 33 - Resultado do ensaio de arrancamento das peças com absorção de água entre 3,0% e 6,0%	47
Figura 34 - Formas de ruptura das peças com absorção de água entre 3,0% e 6,0%	48
Figura 35 - Disposição das peças com absorção de água entre 6,0% e 10,0%	48
Figura 36 - Resultado do ensaio de arrancamento das peças com absorção de água entre 6,0% e 10,0%	49
Figura 37 - Formas de ruptura das peças com absorção de água entre 6,0% e 10,0%	49
Figura 38 - Disposição das peças com absorção de água entre 10,0% e 20,0%	50

Figura 39 Resultado do arrancamento das peças com absorção de água entre 10,0% e 20,0%	50
Figura 40 - Formas de ruptura das peças com absorção de água entre 10,0% e 20,0%	51
Figura 41 - Resultados índice de absorção de água entre 0,50% e 3,0%	54
Figura 42 - Resultados índice de absorção de água entre 6,0% e 10,0%	56
Figura 43 - Resultados índice de absorção de água entre 10,0% e 20,0% ..	57
Figura 44 - Comparativos de resistências médias por ensaio conclusivo.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos dados da Figura 1	15
Tabela 2 - Classificação das placas cerâmicas quanto à absorção de água	17
Tabela 3 - Requisitos da argamassa colante.....	18
Tabela 4 - Formas de ruptura dos corpos de provas do ensaio de arrancamento	23
Tabela 5 - Características do Revestimento para parede Retangular Cerâmica Flamingo 20x20 Artens.....	26
Tabela 6- Características do Revestimento Decorativo Cerâmica Food Black 20,3x20,3cm Artens	28
Tabela 7 - Características do Revestimento Decorativo Cerâmica Artsy Floral Preto 20,3x20,3cm Artens	30
Tabela 8 - Características do Revestimento para Parede Brilhante Borda Arredondada 6029 31,9x54,2cm Viva Cerâmica	32
Tabela 9 – Características do Revestimento para Parede Brilhante Borda Arredondada Antartida 30x60cm Portobello.....	34
Tabela 10 – Resultados arrancamento placas cerâmicas > 0,5%	53
Tabela 11 – Resultados arrancamento placas cerâmicas 0,5% - 3%.....	54
Tabela 12 – Resultados arrancamento placas cerâmicas 3% - 6%.....	55
Tabela 13 – Resultados arrancamento placas cerâmicas 6% - 10%.....	55
Tabela 14 – Resultados arrancamento placas cerâmicas 10% - 20%.....	56
Tabela 15 - Resultado da tensão de ruptura dos ensaios	57

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1.	PROBLEMA DE PESQUISA.....	12
1.2.	OBJETIVOS	12
1.2.1.	Objetivo Geral	12
1.2.2.	Objetivo Específico	12
1.3.	HIPÓTESE	12
1.4.	JUSTIFICATIVAS	12
1.4.1.	Sociais.....	13
1.4.2.	Tecnológicas	13
1.4.3.	Econômicas	13
1.4.4.	Ecológicas	14
1.5.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	14
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1.	SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO.....	15
2.1.1.	Base.....	15
2.1.2.	Revestimento Cerâmico.....	16
2.2.	ARGAMASSA COLANTE	18
2.2.1.	Trabalhabilidade.....	19
2.2.2.	Durabilidade	19
2.2.3.	Aderência e adesão ao substrato	20
2.2.4.	Cura.....	20
2.3.	METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO	20
2.3.1.	Determinação da resistência de aderência à tração	20

2.3.2.	Formas de ruptura.....	23
3.	PROGRAMA EXPERIMENTAL	24
3.1.	Materiais utilizados.....	24
3.1.1.	Substrato padrão	24
3.1.2.	Argamassa colante industrializada preparada conforme a NBR 14.081 (ABNT, 2012).....	25
3.1.3.	Placas cerâmicas escolhidas.....	25
3.1.3.1.1.	Absorção Menor que 0,5%	25
3.1.3.1.2.	Absorção entre 0,5 e 3,0%	28
3.1.3.1.3.	Absorção entre 3,0 e 6,0%	30
3.1.3.1.4.	Absorção entre 6,0 e 10,0%	32
3.1.3.1.5.	Absorção entre 10,00 e 20,00%.....	34
3.1.4.	Adesivo plástico cinza.	36
3.2.	Execução do ensaio.....	36
3.2.1.	Recorte das peças cerâmicas.....	37
3.2.2.	Mistura da argamassa	38
3.2.3.	Assentamento das placas cerâmicas.....	39
3.2.4.	Cura.....	41
3.2.5.	Aplicação das patinhas de arrancamento.....	41
3.2.6.	Arrancamento	42
3.2.6.1.	Equipamento usado no ensaio	42
3.2.6.2.	Revestimento cerâmico com absorção de água menor que 0,5% 43	
3.2.6.3.	Revestimento cerâmico com absorção de água entre 0,5% e 3,0% 45	

3.2.6.4.	Revestimento cerâmico com absorção de água entre 3,0% e 6,0%	46
3.2.6.5.	Revestimento cerâmico com absorção de água entre 6,0% e 10,0%	48
3.2.6.6.	Revestimento cerâmico com absorção de água entre 10,0% e 20,0%	49
3.3.	Ressalvas e fatores limitantes.....	51
4.	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	52
4.1.	Condições fixas.....	52
4.2.	Variáveis.....	52
4.3.	Método de cálculo.....	52
4.4.	Resultados dos ensaios.....	53
4.5.	Análise.....	57
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	59
5.1.	Considerações Finais	59
5.2.	Sugestão para futuros trabalhos.....	59
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
	ANEXO A – FICHA TÉCNICA DO PRODUTO (VOTOMASSA ACII - CERÂMICA INTERNA E EXTERNA).....	67

1. INTRODUÇÃO

O tema do presente trabalho é a verificação da influência da absorção de água de revestimentos cerâmicos quanto à resistência à tração. Desta forma, acredita-se ser possível identificar se há relação entre o índice de permeabilidade e a ocorrência de deslocamento do revestimento cerâmico.

A aplicação do revestimento cerâmico na construção civil seja em paredes ou pisos, se faz muito presente, tal fato se dá devido as características e propriedades deste tipo de material, dentre elas pode-se citar: resistência mecânica, segurança contra incêndios, estanqueidade à água e gases, durabilidade e eficiência. Embora a demanda por esse tipo de revestimento venha aumentando, eles não estão isentos da ocorrência de falhas construtivas, como deslocamento, trincas, fissuras, gretamento e eflorescências.

Nota-se ainda que tais manifestações patológicas estão presentes em obras de todas as idades. Suas causas podem estar ligadas a problemas de projeto ou de planejamento, materiais de qualidade duvidosa e mão de obra inapta.

O surgimento destas manifestações patológicas obriga a realização de manutenção acarretando custos inesperados às construtoras, insatisfação dos usuários e em casos extremos acidentes com vítimas, como por exemplo, em alguns casos de deslocamento. Desta maneira é importante ressaltar a prevenção de tais manifestações patológicas e, quando constatada sua presença, as correções devem ser bem-feitas, afim de evitar um retrabalho futuro.

Este trabalho é desenvolvido e apresentado em cinco capítulos. O primeiro capítulo é constituído pela introdução e o segundo pela fundamentação teórica. Fundamentação essa que abrange a questão de pesquisa, objetivos e limitações da mesma.

Seguindo para o terceiro capítulo, o programa experimental correlacionado ao tema e a metodologia empregada nos ensaios. No quarto capítulo estão contidas as análises dos resultados dos ensaios e testes realizados em relação à tensão de ruptura obtida nos ensaios de arrancamento. Finalmente, no quinto e último capítulo estão expostas as considerações finais e as recomendações para futuros trabalhos.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

A absorção de água de diferentes classes de revestimentos cerâmicos influencia na resistência de aderência à tração?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Verificar a influência da absorção de água de diferentes classes de cerâmicos na resistência de aderência à tração.

1.2.2. Objetivo Específico

Comparar por meio de ensaio de arrancamento de diferentes peças cerâmicas com diferentes índices de absorção de água a tensão de ruptura.

1.3. HIPÓTESE

Presume-se que a absorção de água de diferentes classes de revestimentos cerâmicos influencia na resistência de aderência à atração.

1.4. JUSTIFICATIVAS

Em consequência da constante presença de revestimentos cerâmicos em pisos e fachadas de edificações e da existência de inúmeras manifestações patológicas ligadas essas peças, neste caso em específico o deslocamento, pretende-se analisar qual a influência da absorção de água de revestimentos cerâmicos nesse tipo de manifestações patológicas.

Prevenir acidentes, evitar gastos com retrabalho, evitar desperdício de material e evitar a produção de resíduos desnecessários.

1.4.1. Sociais

Um pequeno desprendimento de um revestimento interno de uma residência pode causar incômodos e aborrecimentos aos usuários em casos mais brandos e em casos extremos como o deslocamento de uma cerâmica na fachada podem até mesmo causar acidentes. O presente trabalho deve contribuir na prevenção de possíveis desprendimento de revestimento cerâmico no que diz respeito a sua correta utilização baseado na classificação em relação aos índices de absorção de água.

1.4.2. Tecnológicas

O ensaio de resistência à tração, também conhecido como teste de arrancamento, verifica a interação entre as camadas constituintes do revestimento, determinando o valor máximo da tensão de aderência suportada. Este ensaio determina também qual das interfaces tem menor resistência às tensões atuantes. Uma vez realizado com revestimentos com classes de absorção de água diferentes pode-se concluir ou não que os valores de aderência à tração obtidos variam de acordo com o aumento da absorção de água.

1.4.3. Econômicas

Ultimamente gastos com recuperação de estruturas vêm crescendo, chegando a corresponder a 50% ou mais do total de gastos com a construção em diversos países Grochoski e Helene (2008 apud UEDA e TAKEWAKA).

Nos casos de recuperação de fachadas e pisos com revestimento cerâmico onde se constate problemas de deslocamento, a correta análise da absorção de água dos revestimentos pode reduzir os custos da obra, pelo fato de preservar o projeto inicial e evitar o retrabalho.

O desenvolvimento do presente trabalho visa evitar ou até mesmo anular as ocorrências ligadas ao deslocamento, onde são necessárias intervenções e trabalhos ligados à recuperação das estruturas, acarretando assim em uma forma de construção mais enxuta economicamente.

1.4.4. Ecológicas

As justificativas ecológicas estão diretamente ligadas com a nova tendência do mundo moderno que vem crescendo e ganhando força em um grau exponencial, trata-se do ecologicamente correto. Baseado nisso a redução de dejetos, usualmente descartados em recuperações de fachadas e pisos revestidos com material cerâmico, onde nota-se o deslocamento.

1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Serviram de base para o procedimento metodológico desta pesquisa a NBR 14.081 (ABNT, 2012) juntamente com a NBR 13.006 (ABNT, 2020), além de pesquisas em publicações de artigos técnicos em revistas especializadas, com o que se pretende chegar aos resultados esperados.

Foram selecionados 5 tipos de revestimento cerâmicos das 5 classes de absorção de água de acordo com a NBR 13.006 (ABNT, 2020) Seguindo o procedimento da NBR 14.081 (ABNT, 2012) foram recortados em 10 pastilhas de 50x50 mm de acordo com a. Cada grupo de 10 pastilhas foi assentado em substrato padrão no mesmo dia, com a utilização da mesma argamassa colante, quantidade de água de amassamento e condições de temperatura e umidade.

Para que os ensaios pudessem ser realizados no mesmo dia e com o mesmo tempo de cura, foram fabricadas 50 pastilhas metálicas de 50x50 mm e coladas nas pastilhas assentadas aos 25 dias. Após decorrer o tempo total de 28 dias, todas as 50 pastilhas foram submetidas ao ensaio de arrancamento.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo serão abordados assuntos relativos ao tema em estudo, fazendo uso de publicações científicas, dissertações de mestrado, teses de doutorado, livros editados e prescrições normativas, que serão a base para o desenvolvimento do programa experimental.

2.1. SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO

Neste subcapítulo serão apresentados conceitos e definições relativos ao sistema de revestimento cerâmico.

2.1.1. Base

A NBR 13.755 (ABNT, 2017) define base como: “substrato constituído por superfície plana de paredes, sobre o qual é aplicada a argamassa colante, para o assentamento de placas cerâmicas.

Já a NBR 13.753 (ABNT, 1996), define base como o substrato onde são aplicadas as camadas necessárias para o assentamento de revestimento cerâmico com argamassa colante sendo constituído por camada de concreto simples ou armado, laje maciça de concreto armado ou laje mista.

A Tabela 1 e Figura 1 mostram um sistema de revestimento cerâmico composto por 5 componentes, tanto para parede, tanto para piso.

Tabela 1 - Descrição dos dados da Figura 1

PISOS	PAREDES
1 – Laje	1 – Alvenaria
2 – Contrapiso	2 – Revestimento argamassado
3 – Argamassa colante	3 – Argamassa colante
4 – Cerâmica	4 – Cerâmica
5 – Argamassa de rejuntamento	5 – Argamassa de rejuntamento

Fonte: Os autores (2019).



Figura 1 - Sistema de revestimento cerâmico em pisos e paredes
Fonte: www.quartzolitweber.com.br (2019).

De acordo com Candia e Franco (1998 *apud* DE PAULA e SLOMPO), as principais características para uma boa aderência do revestimento na base são rugosidade e o índice de absorção inicial e isso depende das características superficiais da base, que são rugosidade superficial e índice de absorção inicial. Um exemplo disso são blocos de concreto que possuem aderência maior que blocos cerâmicos, uma vez que o primeiro é mais rugoso que o segundo.

2.1.2. Revestimento Cerâmico

Segundo a NBR 13.006 (ABNT 2020), um conjunto de revestimento cerâmico é definido como a combinação do assentamento de uma placa cerâmica sobre uma base ou substrato, com a utilização de argamassa colante, formando um conjunto de camadas aderido e contínuo.

A classificação dos revestimentos cerâmicos, de acordo com a NBR 13.006 (ABNT 2020) se dá de duas formas: métodos de fabricação e percentual de absorção de água. Para os métodos de fabricação, são as placas extrudadas “cujo corpo é conformado no estado plástico em uma extrusora, a coluna obtida sendo cortada” e as placas prensadas à seco “formada a partir de uma mistura de substâncias finamente moídas e conformada (por exemplo, em matrizes ou moldes) a alta pressão, a qual é designada como grupo B”.

Dentre as principais propriedades do conjunto do revestimento cerâmico, a qualidade e a durabilidade são as propriedades mais importantes do conjunto, portanto, a resistência de aderência entre duas camadas influencia de modo direto na qualidade do revestimento cerâmico (THURLER; FERREIRA, 1995).

A absorção de água em revestimentos cerâmicos é um dos parâmetros de classificação e está diretamente ligado a porosidade da placa. No entanto, quanto maior for a porosidade, maior será a aderência à argamassa. Essa característica interfere em algumas outras propriedades como: carga de ruptura, resistência ao desgaste para produtos não esmaltados e a resistência ao gelo. (CAMPANTE; BAÍA, 2003).

A tabela 2 mostra os cinco grupos cerâmicos quanto de classificação das peças cerâmicas quanto à absorção de água.

Tabela 2 - Classificação das placas cerâmicas quanto à absorção de água

Absorção de água (%)	Método de Fabricação		
	Extrudado (A)	Prensado (B)	Outros (C)
Abs ≤ 0,5	AI	Bla	CI
0,5 Abs ≤ 3		Bib	
3 < Abs ≤ 6	AIIa	BIIa	CIIa
6 < Abs ≤ 10	AIIb	BIIb	CIIb
Abs > 10	AIII	BIII	CIII

Fonte: Adaptado NBR 13.006 (ABNT, 2020)

De acordo com Menezes *et al* (2006), Expansão por umidade, ou EPU é um termo técnico utilizado para titular a expansão que acontece com os materiais cerâmicos quando em contato com a água tanto na forma líquida quanto de vapor, geralmente acontece lentamente e é relativamente pequena. Pode comprometer a aderência dos revestimentos caso a expansão exceda os limites de resistência dos materiais.

Segundo a NBR 13.006 (ABNT, 2020), as placas de revestimento cerâmicos são principalmente compostas por material inorgânico argiloso e outros materiais inorgânicos, podendo ser conformadas por prensagem ou extrusão ou ainda outros processos.

2.2. ARGAMASSA COLANTE

A NBR 14.081 (ABNT, 2012) define argamassa colante industrializada como produto industrial, no estado seco, composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, que, quando misturado com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento.

De acordo com Carasek (2007), a argamassa colante tem como principal função colar a peça cerâmica ao substrato e absorver as deformações naturais a que o sistema de revestimento cerâmico estiver sujeito

A classificação segundo a NBR 14.081 (ABNT, 2012) considera como diferenciação básica o tempo em aberto e a capacidade de aderência. São classificadas em três tipos: ACI, ACII e ACIII. A primeira possui características indicadas para revestimentos internos quanto a resistência de solicitações mecânicas e termo-higrométricas, exceto para ambientes como churrasqueiras, saunas e revestimentos especiais. Já a segunda, tem melhores características de absorção de impactos, variação termo-higrométricas, sendo indicadas para paredes e pisos externos. O último tipo tem aderência superior às anteriores, e devem ser no mínimo o dobro da resistência. Além dessas, existem as subcategorias *E* com tempo em aberto estendido no mínimo 10 minutos além do especificado como propriedade fundamental e *D*, com deslizamento menor ou igual a 2 mm. A Tabela 3, sintetiza essas informações.

Tabela 3 - Requisitos da argamassa colante

Propriedade		Unidade	Argamassa colante industrializada			
			ACI	ACII	ACIII	E
Tempo		Minutos	≥ 15	≥ 20	≥ 20	Argamassa do tipo I, II, III com tempo em aberto estendido em no mínimo 10 minutos do especificado nessa tabela
Resistência de aderência à tração aos 28 dias	Cura Normal	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	
	Cura Submersa	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	
	Cura em estufa	MPa	-	≥ 0,5	≥ 1,0	
Deslizamento		mm	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7	

Fonte: Adaptado NBR 14.081 (ABNT, 2012)

De acordo com a NBR 14.081 (ABNT, 2012), o tempo em aberto é o maior intervalo de tempo no qual uma placa cerâmica pode ser assentada sobre a pasta de

argamassa colante, e deslizamento é o deslocamento vertical sofrido por uma placa cerâmica aplicada sobre a argamassa colante ainda fresca, sob ação do próprio peso.

2.2.1. Trabalhabilidade

Um dos conceitos, segundo Lara (2013), para utilização de materiais em obra, é a trabalhabilidade, válido para concretos, argamassas e inclusive argamassas colantes. Trata-se da condição de utilização do material com manuseio seguro, utilizando-se de ferramentas relativamente simples.

Segundo Moraes (2010), a trabalhabilidade de uma argamassa é o conceito subjetivo para a colocação da argamassa em sua posição final no substrato em seu estado fresco, cumprindo com sua finalidade havendo boa relação entre rendimento e custo.

Carasek (2007) afirma que a trabalhabilidade está intimamente ligada a quantidade de água utilizada em sua preparação. A utilização da correta quantidade de água garantirá estabilidade de volume e a coesão necessária para promover a aderência instantânea sem a ocorrência de separação de seus constituintes. Seu excesso tornará a argamassa fluída e ocasionará a perda de coesão, será pouco consistente e comprometerá a trabalhabilidade e também a sua função destinada. Por outro lado, sua falta fará a argamassa com alta coesão, baixa fluidez, porém sem trabalhabilidade.

2.2.2. Durabilidade

Muito amplo na construção civil, a durabilidade é a garantia de que a resistência do material perdure por um período mínimo de vida útil do material. (LARA, 2013).

Para as argamassas, a durabilidade trata-se da capacidade de manter suas propriedades químicas e físicas ao percorrer do tempo, sem que deixe de cumprir com suas funções propostas. Está intimamente relacionada às condições de agressividade do meio inserido, bem como o tipo de solicitações físicas da natureza. (RECENA, 2012).

2.2.3. Aderência e adesão ao substrato

Apesar de correlatas, a adesão inicial e a aderência são e ocorrem em etapas diferentes. A primeira ocorre no momento de aplicação da argamassa, já a segunda ocorre com a hidratação dos aglomerantes da argamassa (RECENA, 2012).

Segundo Carasek (1996), a adesão inicial é a capacidade da argamassa colante de ancorar na superfície aplicada, cerâmica ou substrato, por meio da penetração dos poros e na sequência o gradual endurecimento da pasta. Já a aderência se trata de todas as interações que ocorrem entre as moléculas e a superfície de contato, também da cerâmica e do substrato.

2.2.4. Cura

O processo de cura refere-se aos cuidados com materiais cujo aglomerante é o cimento, como concretos e argamassas, desde sua aplicação até atingir idade onde suas características pretendidas sejam alcançadas, principalmente a resistência. O objetivo desse processo é dificultar a evaporação da água de amassamento para que ocorram as reações de hidratação do cimento. Dentre os métodos de cura, podem ser citados: cura normal, com aspersão de água, recobrimento e cura à vapor. (LARA, 2013).

2.3. METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO

O atual subcapítulo irá descrever conceitos fundamentais para a determinação da resistência de aderência à tração, bem como a metodologia para execução do ensaio, além das formas de ruptura.

2.3.1. Determinação da resistência de aderência à tração

Segundo a NBR 13.753 (ABNT, 1996), a resistência de aderência à tração é a tensão máxima suportada por um corpo de prova de revestimento, na interface em avaliação, quando submetido a um esforço normal de tração.

De acordo com a NBR 13753 (ABNT, 1996), equipamento que simula o arrancamento das peças é chamado de aderímetro. Este equipamento composto por um braço flexível, sobre o qual é aplicado um esforço lento e contínuo até que o limite seja atingido e as peças sejam desprendidas da placa de concreto. Com o valor fornecido pelo equipamento, em Newtons, é possível determinar a resistência em MPa, dividindo a força pela área da pastilha em milímetros quadrados, conforme a equação (1).

$$Ri = \frac{Pi}{Ai} \quad (1)$$

Onde:

Ri – Resistência de aderência à tração, em MPa;

OPi – Carga de ruptura, em N;

Ai – Área do corpo de prova, em mm².

O aderímetro pode ser um equipamento mecânico ou hidráulico, permitindo a aplicação gradual da carga, com o uso dispositivo de leitura digital. Para a execução do ensaio ainda dão necessários disco de corte, cola a base de resina epóxi e espátula. A Figura 2 mostra um aderímetro.



Figura 2 – Aderímetro

Fonte: guideengenharia.com.br/ensaio-de-arrancamento/ (2019)

São utilizadas pastilhas metálicas, em dimensões padrão para a execução do ensaio conforme NBR 14.081 (2012), de 50mm de aresta, conforme indicado na Figura 3.



Figura 3 - Pastilha utilizada no ensaio de arrancamento
Fonte: Os autores (2021).

Na Figura 4 é representado o esquema do ensaio, com o posicionamento do aderímetro em relação ao corpo de prova que, após acoplado, começa a aplicação de carga com velocidade de carregamento de 250 ± 50 N/s até a ruptura (GUIMARÃES; BRUNO; ABREU, 2009).

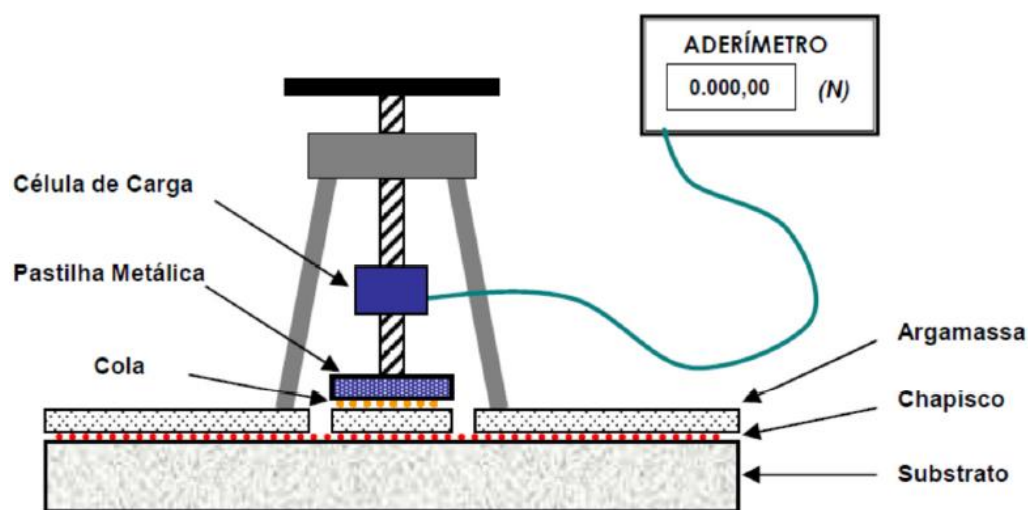


Figura 4 - Esquema de ensaio de resistência a tração
Fonte: Adaptado Junior, Lucchesi e Santos, (2014).

De acordo com a NBR 14.081 (ABNT, 2012), serão utilizados todos os valores que estiverem dentro de uma amplitude de 20%, para mais ou para menos, da média

aritmética da resistência para o cálculo da média ajustada, desde que a média de resistência à aderência à tração apresente valor igual ou superior a 0,3 MPa. No entanto, se a média for inferior, serão utilizados os valores que estiverem dentro da faixa de amplitude para cálculo da média ajustada. Se a média ajustada utilizar menos do que cinco valores, o ensaio será determinado como inconclusivo.

2.3.2. Formas de ruptura

As formas de ruptura dos corpos de prova podem ocorrer aleatoriamente, em qualquer de uma das três camadas, pastilha cerâmica, argamassa ou substrato com de acordo com a NBR 14.081 (ABNT, 2012), e são descritas conforme Tabela 4 e representadas conforme Figura 5 a seguir.

Tabela 4 - Formas de ruptura dos corpos de provas do ensaio de arrancamento

FORMAS DE RUPTURA		
Caso		Descrição
a)	A	Ruptura no substrato
b)	S/A	Ruptura na interface argamassa e substrato
c)	A	Ruptura da camada de argamassa colante
d)	A/P	Ruptura na interface argamassa e placa cerâmica
e)	P	Ruptura da placa cerâmica
f)	F	Falha na colagem da peça metálica

Fonte: Adaptado NBR 13.755 (ABNT 2017).

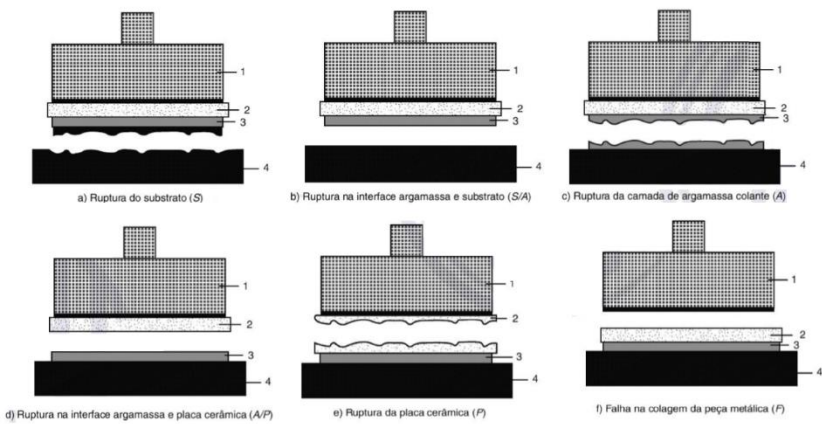


Figura 5 – Formas de ruptura dos corpos de provas do ensaio de arrancamento
Fonte: Adaptado NBR 14.081 (ABNT 2012).

3. PROGRAMA EXPERIMENTAL

Para a verificação, foram escolhidos cinco tipos de revestimentos com as cinco classes de absorção diferentes e submetidos à ensaio de resistência à tração, tomando como referência a NBR 14.081 (ABNT, 2012) - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas.

3.1. Materiais utilizados

De acordo com a NBR 14.081 - 4 (ABNT, 2012), os materiais utilizados foram:

3.1.1. Substrato padrão

A placa de concreto é confeccionada e ensaiada em acordo com os procedimentos da NBR 14.081 (ABNT, 2012) com determinada composição, dimensões, absorção e resistência, destinada a servir como base, ou suporte, nos ensaios com argamassa colante industrializadas.

Foi utilizado substrato-padrão de 250x500x20mm conforme NBR 14.081 (ABNT, 2012); fornecido pela empresa Solotest, conforme Figura 6 abaixo:



Figura 6 - Modelo de substrato padrão adotado

Fonte: <https://www.solotest.com.br/novo/produtos/placa-de-substrato-padrao-250x500x20mm-/4.129.500> (2021).

3.1.2. Argamassa colante industrializada preparada conforme a NBR 14.081 (ABNT, 2012)

A argamassa colante escolhida para a realização dos ensaios, neste caso trata-se da *Votomassa ACII – Cerâmica Interna e Externa*, representada na Figura 7 a seguir. Dentre todos os tipos de argamassa colante disponíveis no mercado, optou-se pela *Votomassa ACII – Cerâmica Interna e Externa* pois é formulada especialmente para aplicação de revestimentos cerâmicos em áreas internas e externas, pisos e paredes e áreas molhadas.



Figura 7 - Embalagem Votomassa ACII - Cerâmica Interna e Externa

Fonte: www.votorantimcimentos.com.br/produtos/argamassas-votomassa/votomassa-ac-ii-ceramica-externa/ (2019).

A Ficha Técnica do Produto *Votomassa ACII – Cerâmica Interna e Externa* encontra-se localizada no Anexo A.

3.1.3. Placas cerâmicas escolhidas

Foram escolhidos para realização dos ensaios cinco tipos de revestimentos cerâmicos onde cada um deles se enquadrasse na classe de absorção da Tabela 12. Optou-se por utilizar do grupo B, cerâmicas extrudadas, por conta da facilidade de encontrar no mercado.

3.1.3.1.1. Absorção Menor que 0,5%

O revestimento cerâmico escolhido para o índice de absorção inferior à 0,5% foi o revestimento para parede retangular, Cerâmica Flamingo 20x20 Artens, conforme ficha técnica da Tabela 5, ilustrado na Figura 8

Tabela 5 - Características do Revestimento para parede Retangular Cerâmica Flamingo 20x20 Artens

Produto	Revestimento Decorativo
Benefícios	Produto resistente à água, pode ser utilizado em ambientes internos e externos com cobertura como Cozinhas, Banheiros e Varandas, desta forma garantindo maior durabilidade e aumentando a vida útil do produto. A peça possui variações de estampa, possibilitando a personalização do projeto.
Ambiente Indicado	Salas e Quartos
Uso Indicado	Parede Interna e Externa somente em ambientes cobertos.
Local Indicado	Parede
Intensidade do Brilho	Acetinado
Autoadesivo	Não
Estampa	Teen
Variação de Estampas	2 estampas
Cor	Multicolorido
Tonalidade	Multicolorido
Formato	Quadrado
Acabamento Superfície	Esmaltado
Acabamento Lateral	Borda Arredondada (Bold)
Benefícios do Acabamento Lateral	Devido a borda ser arredondada será necessário maior espaçamento entre as peças.
Modelo	Flamingo
Linha	Magic
Marca	Artens
Referência do Produto	Flamingo

Material	Cerâmica
Altura	20 cm
Largura	20 cm
Espessura	8 mm
Dimensão	20x20 cm
Textura	Não
Tipo de Textura	Liso
Variação de Tonalidade	V1-Sem Variação de Tonalidade Dentro do Mesmo Lote
Instruções de Limpeza	Limpa com água e detergente neutro
Espaçamento entre as Peças	3 mm
Observações sobre o Espaçamento	Ao aplicar o produto com transpasse (tijolinho) utilizar espaçamento de 1 mm.
Unidade de Venda	por Unidade
Absorção de Água	Baixa absorção (B I a - 0 a 0,5%)
Garantia do Fabricante	60 meses

Fonte: https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-para-parede-retangular-ceramica-flamingo-20x20-artens_89737725 (2020).



Figura 8 - Revestimento para parede Retangular Cerâmica Flamingo 20x20 Artens

Fonte: https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-para-parede-retangular-ceramica-flamingo-20x20-artens_89737725 (2020).

3.1.3.1.2. Absorção entre 0,5 e 3,0%

O revestimento cerâmico escolhido para o índice de absorção entre 0,5% e 3,0% foi o Revestimento Decorativo Cerâmica Food Black 20,3x20,3cm Artens, conforme ficha técnica da Tabela 6, ilustrado na Figura 9.

Tabela 6- Características do Revestimento Decorativo Cerâmica Food Black 20,3x20,3cm Artens

Produto	Revestimento Decorativo
Benefícios	A peça possui variações de estampa, possibilitando a personalização do projeto, resistente pode ser utilizado em locais que possuem contato direto com água.
Ambiente Indicado	Cozinhas
Uso Indicado	Parede Interna e Externa somente em ambientes cobertos.
Local Indicado	Parede
Intensidade do Brilho	Acetinado
Autoadesivo	Não
Estampa	Gourmet
Variação de Estampas	9 estampas
Cor	Preto
Tonalidade	Preto
Formato	Quadrado
Acabamento Superfície	Esmaltado
Acabamento Lateral	Borda Arredondada (Bold)
Benefícios do Acabamento Lateral	Devido a borda ser arredondada será necessário maior espaçamento entre as peças.

Modelo	Food Black
Linha	Food
Marca	Artens
Material	Cerâmica
Altura	20,3 cm
Largura	20,3 cm
Espessura	6,9 mm
Dimensão	20,3x20,3 cm
Textura	Não
Tipo de Textura	Liso
Variação de Tonalidade	V1-Sem Variação de Tonalidade Dentro do Mesmo Lote
Instruções de Limpeza	Limpa com água e detergente neutro
Espaçamento entre as Peças	5 mm
Unidade de Venda	por Unidade
Peso do Produto	0,595 Kg
Absorção de Água	Baixa absorção (B I b – 0,5 a 3%)
Garantia do Fabricante	60 meses

Fonte: https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-decorativo-ceramica-food-black-20,3x20,3cm-artens_89915140 (2020).

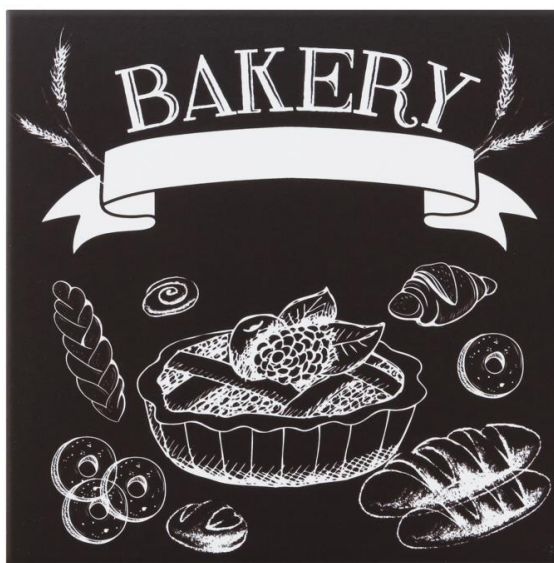


Figura 9 - Revestimento Decorativo Cerâmica Food Black 20,3x20,3cm Artens

Fonte: https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-decorativo-ceramica-food-black-20,3x20,3cm-artens_89915140 (2020).

3.1.3.1.3. Absorção entre 3,0 e 6,0%

O revestimento cerâmico escolhido para o índice de absorção entre 3,0 e 6,0% foi o Revestimento Decorativo Cerâmica Artsy Floral Preto 20,3x20,3cm Artens, conforme ficha técnica da Tabela 7, ilustrado na Figura 10.

Tabela 7 - Características do Revestimento Decorativo Cerâmica Artsy Floral Preto 20,3x20,3cm Artens

Produto	Revestimento Decorativo
Benefícios	Produto resistente e durável, pode ser utilizado em locais que possuem contato direto com água. A peça possui variações de estampa, possibilitando a personalização do projeto.
Ambiente Indicado	Banheiros e Lavabos
Uso Indicado	Parede Interna e Externa somente em ambientes cobertos.
Local Indicado	Parede
Intensidade do Brilho	Brilhante
Autoadesivo	Não
Estampa	Arabesco
Variação de Estampas	4 estampas
Cor	Preto
Tonalidade	Preto
Formato	Quadrado
Acabamento Superfície	Esmaltado
Acabamento Lateral	Borda Arredondada (Bold)
Benefícios do Acabamento Lateral	Devido a borda ser arredondada será necessário maior espaçamento entre as peças.

Modelo	Artsy Floral Preto
Linha	Artsy
Marca	Artens
Material	Cerâmica
Altura	20,3 cm
Largura	20,3 cm
Espessura	6,9 mm
Dimensão	20,3x20,3 cm
Textura	Sim
Tipo de Textura	com Relevos
Variação de Tonalidade	V1-Sem Variação de Tonalidade Dentro do Mesmo Lote
Instruções de Limpeza	Limpa com água e detergente neutro
Espaçamento entre as Peças	5 mm
Unidade de Venda	por Unidade
Peso do Produto	0,595 Kg
Absorção de Água	Média absorção (B II a - 3 a 6%)
Garantia do Fabricante	60 meses

Fonte: https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-decorativo-ceramica-artsy-floral-preto-20,3x20,3cm-artens_89867316 (2020).



Figura 10 - Revestimento Decorativo Cerâmica Artsy Floral Preto 20,3x20,3cm Artens
 Fonte: https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-decorativo-ceramica-artsy-floral-preto-20,3x20,3cm-artens_89867316 (2020).

3.1.3.1.4. Absorção entre 6,0 e 10,0%

O revestimento cerâmico escolhido para o índice de absorção entre 6,0% e 10,0% foi o Revestimento para Parede Brilhante Borda Arredondada 6029 31,9x54,2cm Viva Cerâmica, conforme ficha técnica da Tabela 8, ilustrado na Figura 11.

Tabela 8 - Características do Revestimento para Parede Brilhante Borda Arredondada 6029 31,9x54,2cm Viva Cerâmica

Unidade de Venda	por m ²
Produto	Revestimento para Parede
Uso Indicado	Parede Interna e Externa somente em ambientes cobertos.
Estampa	Cor Única
Ambiente Indicado	Banheiros, Cozinhas, Garagens, Lavanderias, Quartos, Salas e Varanda Gourmet
Intensidade do Brilho	Brilhante
Local Indicado	Parede
Resistência a Mancha	Alta
Acabamento Superfície	Esmaltado
Acabamento Lateral	Borda Arredondada
Benefícios do Acabamento Lateral	Devido a borda ser arredondada será necessário maior espaçamento entre as peças.
Textura	Não
Tipo de Textura	Liso
Tonalidade	Branco
Modelo	6029
Altura	31,9 cm

Comprimento	54,2 cm
Espessura	7 mm
Dimensão	31,9x54,2 cm
Referência do Produto	6029
Espaçamento entre as Peças	5 mm
Peso do Produto na Embalagem	33,37 Kg
Conteúdo da Embalagem	13 peças
Metragem por Embalagem	2,25 m ²
Marca	Viva Cerâmica
Material	Cerâmica
Absorção de Água	Alta absorção (B II b - 6 a 10%)
Instruções de Limpeza	Limpa com água e detergente neutro
Variação de Tonalidade	V1-Sem Variação de Tonalidade Dentro do Mesmo Lote
Garantia do Fabricante	60 meses
Combina com o Rejunte	89204612
Combina com o Piso	Madeira/Cor Única/Cimento/Decorado/Mármore

Fonte: https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-para-parede-brilhante-borda-arredondada-6029-31,9x54,2cm-viva-ceramica_89909995 (2020).

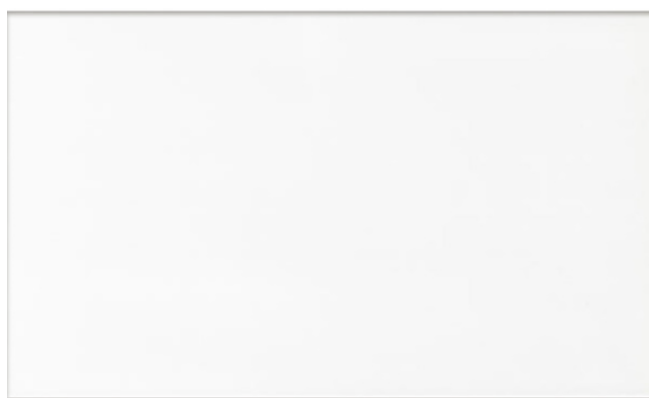


Figura 11 - Revestimento para Parede Brilhante Borda Arredondada 6029 31,9x54,2cm Viva Cerâmica

Fonte: https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-para-parede-brilhante-borda-arredondada-6029-31,9x54,2cm-viva-ceramica_89909995 (2020).

3.1.3.1.5. Absorção entre 10,00 e 20,00%

O revestimento cerâmico escolhido para o índice de absorção acima de 10,0% foi o Revestimento para Parede Brilhante Borda Arredondada Antartida 30x60cm Portobello, conforme ficha técnica da Tabela 9, ilustrado na Figura 12.

Tabela 9 – Características do Revestimento para Parede Brilhante Borda Arredondada Antartida 30x60cm Portobello

Unidade de Venda	por m ²
Produto	Revestimento para Parede
Uso Indicado	Parede Interna e Externa somente em ambientes cobertos.
Estampa	Cor Única
Ambiente Indicado	Banheiros, Cozinhas, Garagens, Lavanderias, Quartos, Salas e Varanda Gourmet
Intensidade do Brilho	Brilhante
Local Indicado	Parede
Resistência a Mancha	Alta
Acabamento Superfície	Esmaltado
Acabamento Lateral	Borda Arredondada
Benefícios do Acabamento Lateral	Devido a borda ser arredondada será necessário maior espaçamento entre as peças.
Textura	Não
Tonalidade	Branco
Modelo	Antartida
Altura	30 cm
Comprimento	60 cm

Espessura	9,5 mm
Dimensão	30x60 cm
Referência do Produto	98266E
Espaçamento entre as Peças	1,5 mm
Peso do Produto na Embalagem	28,5 Kg
Conteúdo da Embalagem	10 peças
Metragem por Embalagem	1,79 m²
Marca	Portobello
Material	Cerâmica
Absorção de Água	Alta absorção (B III b – Acima de 10%)
Instruções de Limpeza	Limpa com água e detergente neutro
Aviso	Está é uma amostra referencial podendo ocorrer variação de tonalidade de acordo com o lote de fabricação.
Dica	Use argamassa colante, para que seu serviço renda mais. Use espaçadores para que a cerâmica fique bem colocada e alinhada. Utilizar cantoneiras para dar o acabamento.
Variação de Tonalidade	V1-Sem Variação de Tonalidade Dentro do Mesmo Lote
Garantia do Fabricante	60 meses
Combina com o Rejunte	89204612
Combina com o Piso	Madeira/Cor Única/Cimento/Decorado/Mármore

Fonte: https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-para-parede-brilhante-borda-arredondada-antartida-30x60cm-portobello_89395012

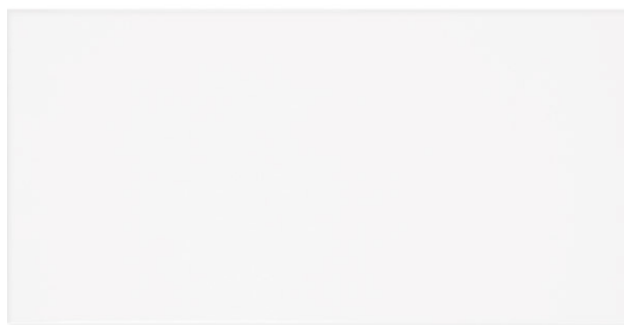


Figura 12 - Revestimento para Parede Brilhante Borda Arredondada Antartida 30x60cm Portobello

Fonte: https://www.ferreteria.com.br/revestimento-para-parede-brilhante-borda-arredondada-antartida-30x60cm-portobello_89395012

3.1.4. Adesivo plástico cinza.

Para a colagem das pastilhas metálicas nas pastilhas cerâmicas assentadas, foi utilizado adesivo plástico cinza conforme Figura 13 a seguir.



Figura 13 - Adesivo plástico cinza utilizado nos experimentos

Fonte: <https://www.balaroti.com.br/massa-plastica-500g-1300-rhai-1897>

3.2. Execução do ensaio

A execução do ensaio seguiu as recomendações do item 6 da NBR 14.081 – 4 (ABNT, 2012).

3.2.1. Recorte das peças cerâmicas

Inicialmente as peças de revestimentos das cinco classes de absorção de água foram fatiadas a seco com o uso de uma serra mármore e um disco de corte de alta precisão para porcelanato, de modo a se obter amostras iguais e quadradas com lados de 50mm conforme determina a NBR 14.081 (ABNT, 2012). Porém, seguindo a norma, dessas quinze amostras foram utilizadas apenas dez para a realização dos ensaios aqui descritos. Na sequência podemos ver as imagens dos equipamentos utilizados para o corte Figuras 14 e 15.



Figura 14 - Serra mármore utilizada para fatiar as amostras de revestimento cerâmico
Fonte: www.amazon.com.br/Serra-Mármore-4100-Makita-4100NH2Z-127V/dp/B076L251TV



Figura 15 – Disco de corte de alta precisão para porcelanato utilizado para fatiar as amostras de revestimento cerâmico
Fonte: www.elastobor.com.br/disco-bosch-de-corte-diamantado-para-porcelanato-110mm/p (2021).

A Figura 16 mostra o revestimento cerâmico após o corte:



Figura 16 - Amostras de revestimentos fatiadas para execução dos ensaios

Fonte: Os autores (2021).

3.2.2. Mistura da argamassa

A argamassa foi preparada seguindo as instruções contidas na ficha técnica do produto (Anexo A) e também na sacaria do próprio produto. A quantidade de água a ser adicionada está relacionada com a data de fabricação do produto, conforme a Figura 17. Foram adicionados 5 litros de água para o saco de 20kg de argamassa.



Figura 17 – Argamassa utilizada, com indicativo de uso de água

Fonte: Os autores (2021).

3.2.3. Assentamento das placas cerâmicas

Foram utilizados os seguintes equipamentos para a realização do assentamento das pastilhas cerâmicas recortadas:

- Desempenadeira dentada;
- Colher de pedreiro ou misturador mecânico de hélice de baixa rotação;
- Martelo de borracha;
- Maseira;
- Medidor de água;
- Espaçadores para rejuntamento e
- EPI'S.

Após a obtenção das amostras fatiadas e a mistura da argamassa com água seguindo as recomendações do fabricante impressas na embalagem do produto, procedeu-se com a aplicação da argamassa colante com desempenadeira de aço dentada, e assentamento do revestimento no substrato padrão.

A Figura 18 mostra o revestimento cerâmico com absorção de água menor que 0,5% imediatamente após o assentamento

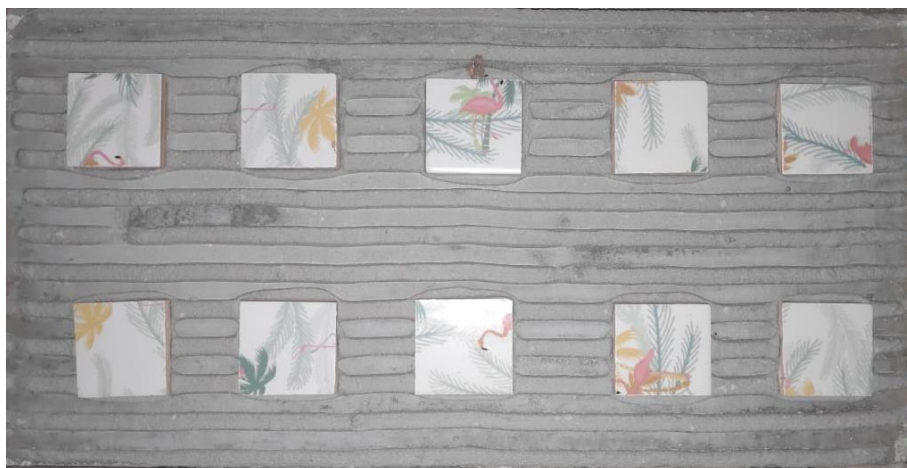


Figura 18 - Assentamento do revestimento cerâmico com absorção de água menor que 0,5%
Fonte: Os autores (2021).

Já, a Figura 19 mostra o revestimento cerâmico com absorção de água entre 0,5% e 3,0% imediatamente após o assentamento



Figura 19 - Assentamento do revestimento cerâmico com absorção de água entre 0,5% e 3,0%
Fonte: Os autores (2021).

A seguir, na Figura 20 é representando o revestimento cerâmico com absorção de água entre 3,0% e 6,0% logo após o assentamento



Figura 20 - Assentamento do revestimento cerâmico com absorção de água entre 3,0% e 6,0%
Fonte: Os autores (2021).

Já, a Figura 21 exibe o revestimento cerâmico com absorção de água entre 6,0% e 10,0 % imediatamente após o assentamento

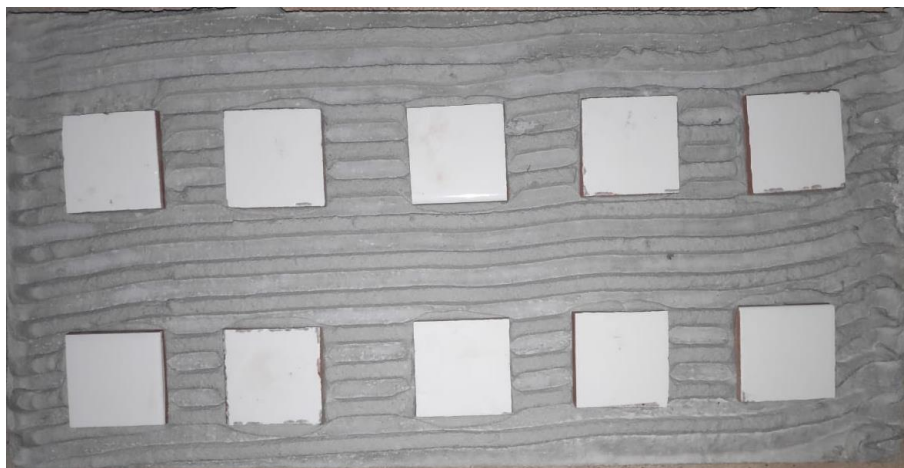


Figura 21 - Assentamento do revestimento cerâmico com absorção de água entre 6,0% e 10,0%
Fonte: Os autores (2021).

Por fim, a Figura 22 exibe o revestimento cerâmico com absorção de água entre 10,0% e 20,0 % imediatamente após o assentamento

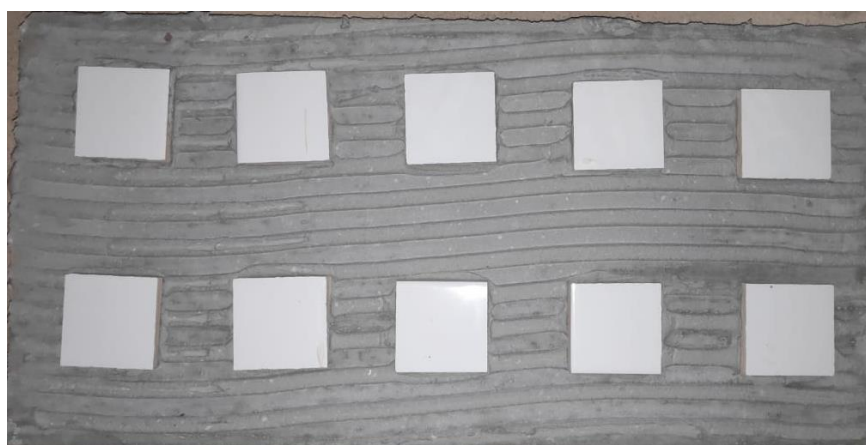


Figura 22 - Assentamento do revestimento cerâmico com absorção de água entre 10,0% e 20,0%
Fonte: Os autores (2021).

3.2.4. Cura

O processo de cura indicado pelo fabricante da argamassa é a cura normal, de 28 dias. O assentamento foi realizado em 12 de janeiro de 2021 e teve o tempo de cura concluído em 09 de fevereiro de 2021, quando foram realizados os ensaios de arrancamento.

3.2.5. Aplicação das patinhas de arrancamento

Foram fabricadas 50 pastilhas metálicas para execução dos ensaios de arrancamento, de modo que todos fossem realizados no mesmo dia, mantendo as mesmas condições de temperatura, umidade, pressão e tempo de cura além da utilização da mesma argamassa colante.

As pastilhas metálicas para a realização do ensaio de arrancamento foram coladas com adesivo plástico no dia 06 de fevereiro de 2021, conforme Figura 23.



Figura 23 - Pastilhas de arrancamento coladas no revestimento cerâmico
Fonte: Os autores (2021).

3.2.6. Arrancamento

Após 72 horas da colagem das pastilhas metálicas que compõem o sistema do ensaio de arrancamento, realizou-se o ensaio, no dia 09 de fevereiro de 2021.

O ensaio foi realizado na Qualilab, empresa especializada em ensaios técnicos de materiais ligados a construção civil, a mesma fica localizada na rua Professor Francisco Ribeiro, 665 na cidade de Araucária. O Miguel de Andrade, responsável técnico do laboratório foi o responsável pela execução dos ensaios juntamente com seu assistente Tiago Darada.

3.2.6.1. Equipamento usado no ensaio

As Figuras 24 mostram o equipamento utilizado para o ensaio de arrancamento, denominado aderímetro



Figura 24 – Adérímetro utilizado no ensaio de arrancamento

Fonte: Os autores (2021).

As Figura 25 mostra os dados do fabricante, e calibração do equipamento:



Figura 25 - Dados do de calibração do equipamento

Fonte: Os autores (2021).

3.2.6.2. Revestimento cerâmico com absorção de água menor que 0,5%

Abaixo, a Figura 26 mostra peças com absorção de água menor que 0,5% com as pastilhas metálicas prontas para o ensaio de arrancamento.



Figura 26 - Disposição das peças com absorção de água menor que 0,5%
Fonte: Os autores (2021).

Abaixo, a Figura 27 Resultado do ensaio de arrancamento das peças com absorção de água menor que 0,5%



Figura 27 - Resultado do ensaio de arrancamento das peças com absorção de água menor que 0,5%
Fonte: Os autores (2021).

Abaixo, a Figura 28 formas de ruptura das peças com absorção de água menor que 0,5%



Figura 28 - Formas de ruptura das peças com absorção de água menor que 0,5%
Fonte: Os autores (2021).

3.2.6.3. Revestimento cerâmico com absorção de água entre 0,5% e 3,0%

Abaixo, a Figura 29 mostra peças com absorção de entre 0,5% e 3,0% com as pastilhas metálicas prontas para o ensaio de arrancamento.



Figura 29 - Disposição das peças com absorção de água entre 0,5% e 3,0%
Fonte: Os autores (2021).

Abaixo, a Figura 30 Resultado do ensaio de arrancamento das peças com absorção de água absorção de entre 0,5% e 3,0%



Figura 30 - Resultado do ensaio de arrancamento das peças com absorção de água entre 0,5% e 3,0%

Fonte: Os autores (2021).

Abaixo, a Figura 31 formas de ruptura das peças com absorção de água absorção de entre 0,5% e 3,0%

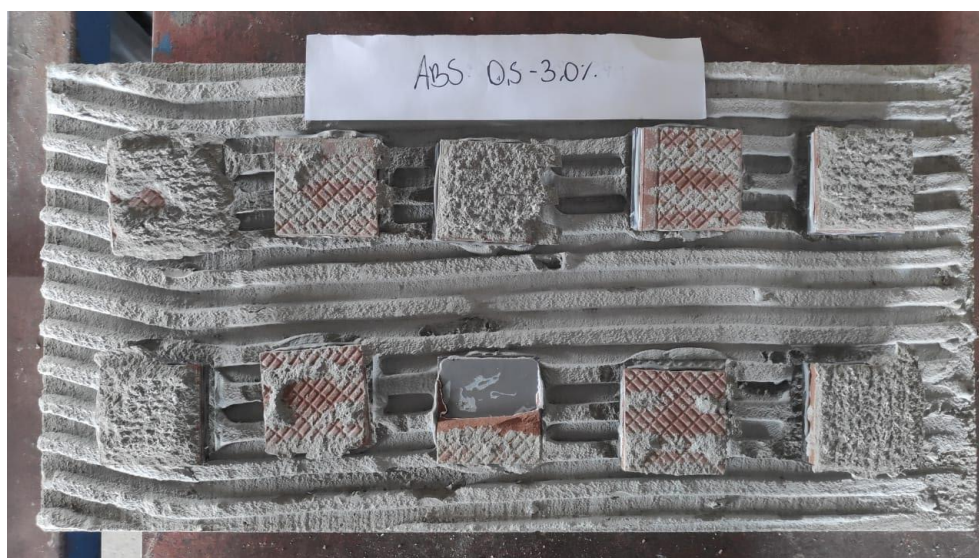


Figura 31 - Formas de ruptura das peças com absorção de água entre 0,5% e 3,0%

Fonte: Os autores (2021).

3.2.6.4. Revestimento cerâmico com absorção de água entre 3,0% e 6,0%

Abaixo, a Figura 32 mostra peças com absorção de água entre 3,0% e 6,0% com as pastilhas metálicas prontas para o ensaio de arrancamento.



Figura 32 - Disposição das peças com absorção de água entre 3,0% e 6,0%
Fonte: Os autores (2021).

Abaixo, a Figura 33 Resultado do ensaio de arrancamento das peças com absorção de água entre 3,0% e 6,0%



Figura 33 - Resultado do ensaio de arrancamento das peças com absorção de água entre 3,0% e 6,0%
Fonte: Os autores (2021).

Abaixo, a Figura 34 formas de ruptura das peças com absorção de água entre 3,0% e 6,0%



Figura 34 - Formas de ruptura das peças com absorção de água entre 3,0% e 6,0%
Fonte: Os autores (2021).

3.2.6.5. Revestimento cerâmico com absorção de água entre 6,0% e 10,0%

Abaixo, a Figura 35 mostra peças com absorção de água entre 6,0% e 10,0% com as pastilhas metálicas prontas para o ensaio de arrancamento.



Figura 35 - Disposição das peças com absorção de água entre 6,0% e 10,0%
Fonte: Os autores (2021).

Abaixo, a Figura 36 Resultado do ensaio de arrancamento das peças com absorção de água entre 6,0% e 10,0%



Figura 36 - Resultado do ensaio de arrancamento das peças com absorção de água entre 6,0% e 10,0%

Fonte: Os autores (2021).

Abaixo, a Figura 37 formas de ruptura das peças com absorção de água entre 6,0% e 10,0%



Figura 37 - Formas de ruptura das peças com absorção de água entre 6,0% e 10,0%

Fonte: Os autores (2021).

3.2.6.6. Revestimento cerâmico com absorção de água entre 10,0% e 20,0%

Abaixo, a Figura 38 mostra peças com absorção de água entre 10,0% e 20,0% com as pastilhas metálicas prontas para o ensaio de arrancamento.



Figura 38 - Disposição das peças com absorção de água entre 10,0% e 20,0%
Fonte: Os autores (2021).

Abaixo, a Figura 39 Resultado do ensaio de arrancamento das peças com absorção de água entre 10,0% e 20,0%



Figura 39 Resultado do arrancamento das peças com absorção de água entre 10,0% e 20,0%
Fonte: Os autores (2021).

Abaixo, a Figura 40 formas de ruptura das peças com absorção de água entre 10,0% e 20,0%



Figura 40 - Formas de ruptura das peças com absorção de água entre 10,0% e 20,0%

Fonte: Os autores (2021).

3.3. Ressalvas e fatores limitantes

A execução dos ensaios teve como fator limitante a pandemia do Covid-19, uma vez que o isolamento social era recomendado e em determinados momentos obrigatório pelas autoridades. Nesse contexto, encontros presenciais e visitas laboratoriais para execução dos ensaios sofreram restrições.

Deste modo, a repetição dos ensaios onde a análise foi inconclusiva foi inviabilizada.

A NBR 13.006 (ABNT 2020) publicada em 11 de dezembro de 2020

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O programa experimental foi desenvolvido e baseado principalmente na NBR 14.081 (2012), norma na qual foi referência para os procedimentos metodológicos adotados, bem como de cálculo e análise dos resultados.

4.1. Condições fixas

Com intuito de minimizar as variáveis, foram utilizados os mesmos procedimentos para execução dos ensaios para os cinco tipos de revestimentos, bem como:

- Substrato;
- Argamassa;
- Adição de água,
- Tempo de cura;
- Tamanho das cerâmicas;
- Equipamento para ensaio;

4.2. Variáveis

Dentre as possíveis variáveis, a única utilizada propositalmente foi a escolha dos cinco tipos cerâmicos já citados nesse trabalho com diferentes percentuais de absorção de água

4.3. Método de cálculo

O método de cálculo foi baseado de acordo com a NBR 14.081 (2012) e foi dado da seguinte forma:

1. Calcular a média de ruptura das placas, exceto onde a ruptura ocorrer em S, P e F. No entanto, como o objetivo desse trabalho é avaliar a influência da absorção de água e indiretamente a porosidade da mesma, ruptura em S foi mantida. (Cores em amarelo)

2. Para médias superiores a 0,3 MPa, descartar as que estiverem fora do intervalo de 20% acima ou abaixo da média e calcular nova média. (Cores em alaranjado)
3. Se restarem 5 ou mais, a média final é a tensão de ruptura do ensaio. (Cores em verde)
4. De acordo com a norma, caso restem menos de 5 resultados, o ensaio deve ser refeito, e se o resultado persistir, deve ser dado como inconclusivo. Levando em conta os fatores limitantes supracitados, os ensaios não foram repetidos, e foram dados como inconclusivos.

4.4. Resultados dos ensaios

As tabelas 10 a 11 mostram os resultados obtidos no ensaio de arrancamento. A primeira coluna indica o número da pastilha ensaiada, a segunda registra a força em kgf (quilograma força), já a terceira e a quarta as tensões de ruptura em kgf/cm² (quilograma força por centímetro quadrado) e MPa (mega pascal).

Os resultados do arrancamento das placas cerâmicas com índice de absorção inferiores à 0,5% são mostrados na Tabela 10 abaixo, onde quatro resultados foram descartados por apresentar falha na ruptura.

Tabela 10 – Resultados arrancamento placas cerâmicas > 0,5%

> 0,5%	kgf	kgf/cm ²	MPa	Interface	%
1	234	9,36	0,92	A/P	95%
2	282	11,28	1,11	F	95%
3	255	10,20	1,00	A/P	100%
4	252	10,08	0,99	A/P	80%
5	163	6,52	0,64	A/P	75%
6	140	5,60	0,55	F	80%
7	72	2,88	0,28	F	95%
8	133	5,32	0,52	F	95%
9	317	12,68	1,24	S	95%
10	181	7,24	0,71	A/P	50%

Primeira média calculada foi de 0,92 MPa; com intervalo para nova média entre 0,72 MPa (20% inferior) e 1,10 MPa (20% superior). Nesse intervalo sobraram apenas 3 resultados, portanto ensaio foi considerado **INCONCLUSIVO**.

Já a Tabela 11 exibe os resultados obtidos para o ensaio de arrancamento para as placas cerâmicas com índice de absorção entre 0,5% - 3%. Apenas um resultado foi descartado por falha na ruptura.

Tabela 11 – Resultados arrancamento placas cerâmicas 0,5% - 3%

0,5 - 3%	kgf	kgf/cm ²	MPa	Interface	%
1	205	8,20	0,80	S	95%
2	133	5,32	0,52	A/P	95%
3	306	12,24	1,20	S	95%
4	133	5,32	0,52	A/P	100%
5	198	7,92	0,78	S	95%
6	261	10,44	1,02	S	95%
7	234	9,36	0,92	A/P	80%
8	319	12,76	1,25	F	50%
9	300	12,00	1,18	A/P	80%
10	185	7,40	0,73	S	95%

Primeira média: 0,85 MPa; com intervalo para nova média entre 0,68 MPa (20% inferior) e 1,02 MPa (20% superior). Nesse intervalo, foram remanescentes 5 resultados, cuja média de ruptura foi de **0,85 MPa**.

A Figura 41 mostra o gráfico com os resultados das tensões de ruptura das placas cerâmicas com índice de absorção entre 0,5% - 3%.

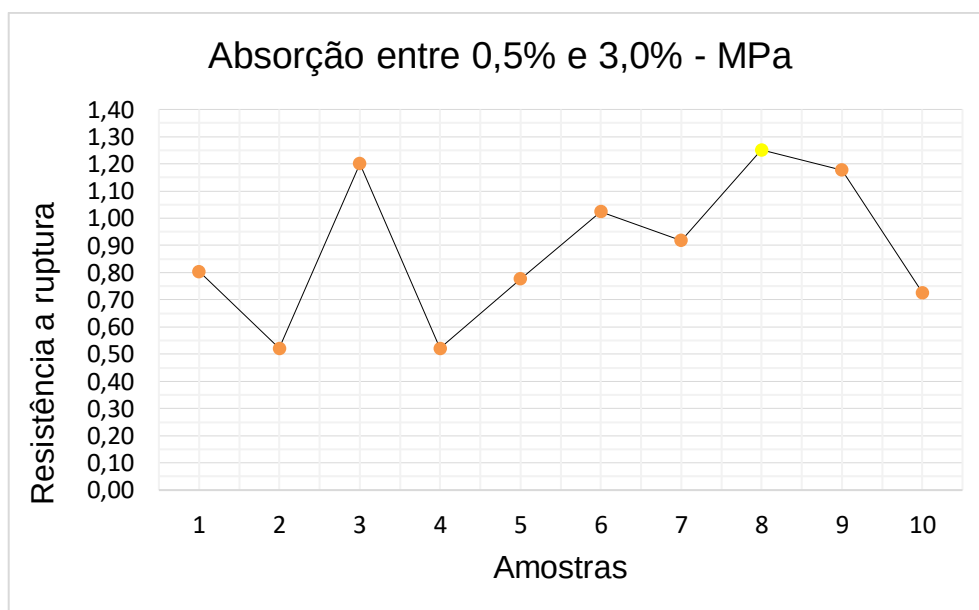


Figura 41 - Resultados índice de absorção de água entre 0,50% e 3,0%

A Tabela 12 a seguir exibe os resultados obtidos para o ensaio de arrancamento para as placas cerâmicas com índice de absorção entre 3% - 6%. Dois resultados foram descartados por falha na ruptura.

Tabela 12 – Resultados arrancamento placas cerâmicas 3% - 6%

3 - 6%	kgf	kgf/cm ²	MPa	Interface	%
1	71	2,84	0,28	F	100%
2	161	6,44	0,63	A/P	100%
3	182	7,28	0,71	A/P	100%
4	138	5,52	0,54	A/P	100%
5	132	5,28	0,52	A/P	65%
6	105	4,20	0,41	F	100%
7	178	7,12	0,70	A/P	65%
8	300	12,00	1,18	A/P	75%
9	294	11,76	1,15	S	90%
10	69	2,76	0,27	A/P	100%

Primeira média calculada foi de 0,71 MPa; com intervalo para nova média entre 0,57 MPa (20% inferior) e 0,85 (20% superior) MPa. No novo intervalo, foram remanescentes apenas três resultados, portanto ensaio considerado **INCONCLUSIVO**.

A Tabela 13 a seguir exibe os resultados obtidos para o ensaio de arrancamento para as placas cerâmicas com índice de absorção entre 6% - 10%. Apenas um resultado foi descartado por falha na ruptura.

Tabela 13 – Resultados arrancamento placas cerâmicas 6% - 10%

6% - 10%	kgf	kgf/cm ²	MPa	Interface	%
1	290	11,60	1,14	S	55%
2	272	10,88	1,07	A/P	100%
3	229	9,16	0,90	A/P	100%
4	343	13,72	1,35	A/P	100%
5	272	10,88	1,07	A/P	95%
6	84	3,36	0,33	F	100%
7	206	8,24	0,81	A/P	95%
8	381	15,24	1,49	A/P	50%
9	253	10,12	0,99	A/P	50%
10	199	7,96	0,78	A/P	60%

A primeira média calculada foi de 1,07 MPa; com intervalo para nova média entre 0,85 MPa (20% inferior) e 1,28 MPa (20% superior). foram remanescentes 6 resultados no novo intervalo, cuja média de ruptura foi **0,99 MPa**.

A Figura 42 mostra o gráfico com os resultados das tensões de ruptura das placas cerâmicas com índice de absorção entre 6% - 10%.

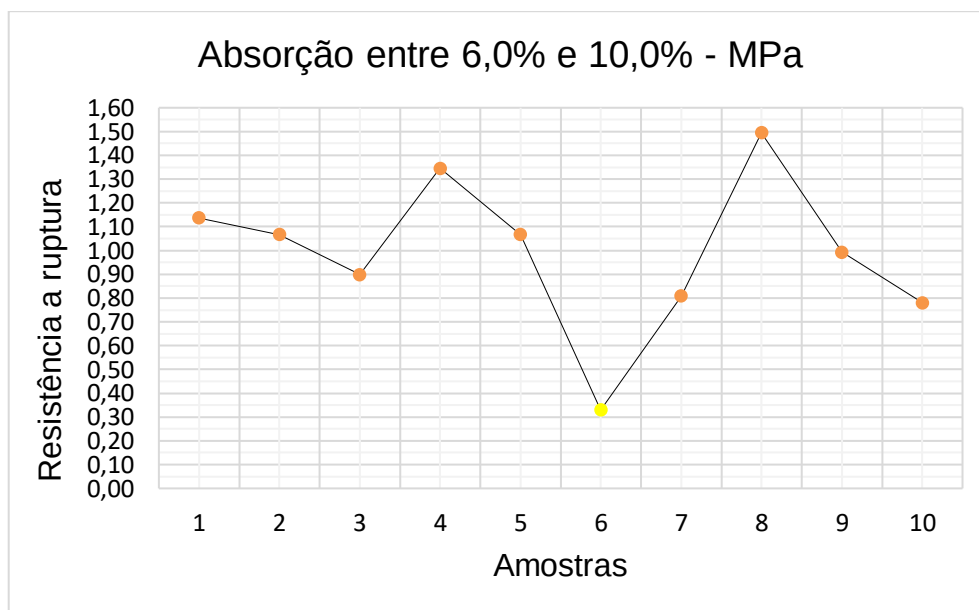


Figura 42 - Resultados índice de absorção de água entre 6,0% e 10,0%

A Tabela 14 a seguir exibe os resultados obtidos para o ensaio de arrancamento para as placas cerâmicas com índice de absorção entre 10% - 20%. Nenhum resultado foi descartado por falha na ruptura.

Tabela 14 – Resultados arrancamento placas cerâmicas 10% - 20%

10% - 20%	kgf	kgf/cm²	MPa	Interface	%
1	171	6,84	0,67	A/P	90%
2	344	13,76	1,35	A/P	90%
3	261	10,44	1,02	A/P	90%
4	332	13,28	1,30	A/P	90%
5	255	10,20	1,00	A/P	90%
6	214	8,56	0,84	A/P	95%
7	300	12,00	1,18	A/P	95%
8	353	14,12	1,38	A/P	95%
9	224	8,96	0,88	A/P	95%
10	294	11,76	1,15	A/P	85%

Primeira média calculada foi de 1,08 MPa; com intervalo para nova média entre 0,86 MPa (20% inferior) e 1,29 MPa (20% superior). Foram remanescentes para o cálculo da nova média 5 resultados, cuja média de ruptura foi **1,01 MPa**.

A Figura 43 mostra o gráfico com os resultados das tensões de ruptura das placas cerâmicas com índice de absorção entre 10% - 20%.

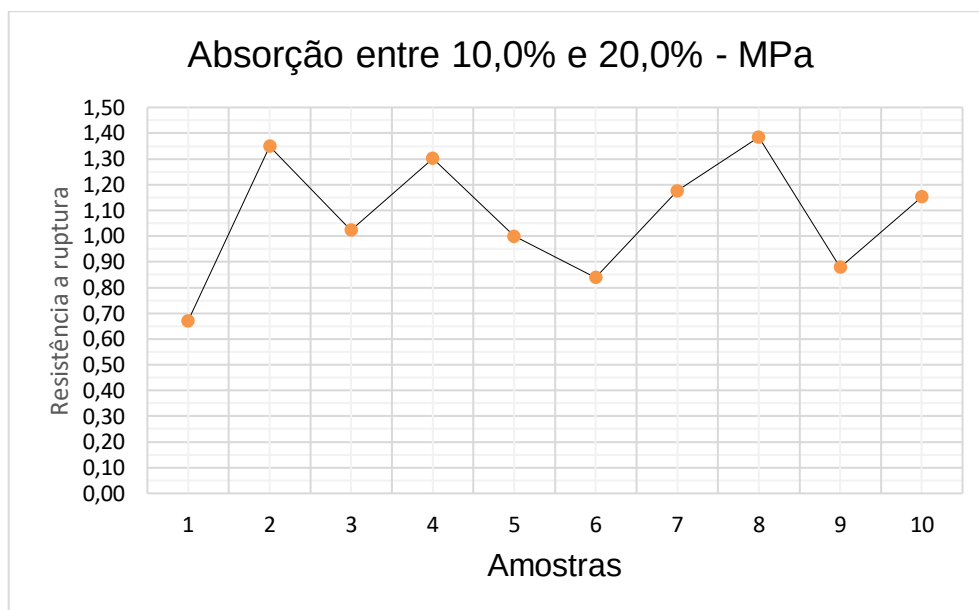


Figura 43 - Resultados índice de absorção de água entre 10,0% e 20,0%

4.5. Análise

A Tabela 15 a seguir exibe o resultado das tensões de ruptura obtidos nos ensaios de arrancamento das 5 classes de absorção, sendo a primeira coluna o índice de absorção, e a segunda coluna o resultado obtido.

Tabela 15 - Resultado da tensão de ruptura dos ensaios

ABSORÇÃO	RESULTADO
> 0,5%	INCONCLUSIVO
0,5 - 3%	0,85 MPa
3 - 6%	INCONCLUSIVO
6% - 10%	0,99 MPa
10% - 20%	1,01 MPa

A Figura 44 a seguir, mostra o gráfico dos resultados conclusivos, correlacionando o índice de absorção de água com a tensão de ruptura obtida nos

ensaios. No gráfico é possível perceber que conforme aumentado o índice de absorção, também é aumentada a tensão de ruptura. O aumento foi de 16,5% do intervalo de absorção de água de 0,5%-3,0% e 6,0%-10,0%, e de 2,0% para o intervalo de absorção de água 6,0%-10,0% e 10,0% e 20,0%.

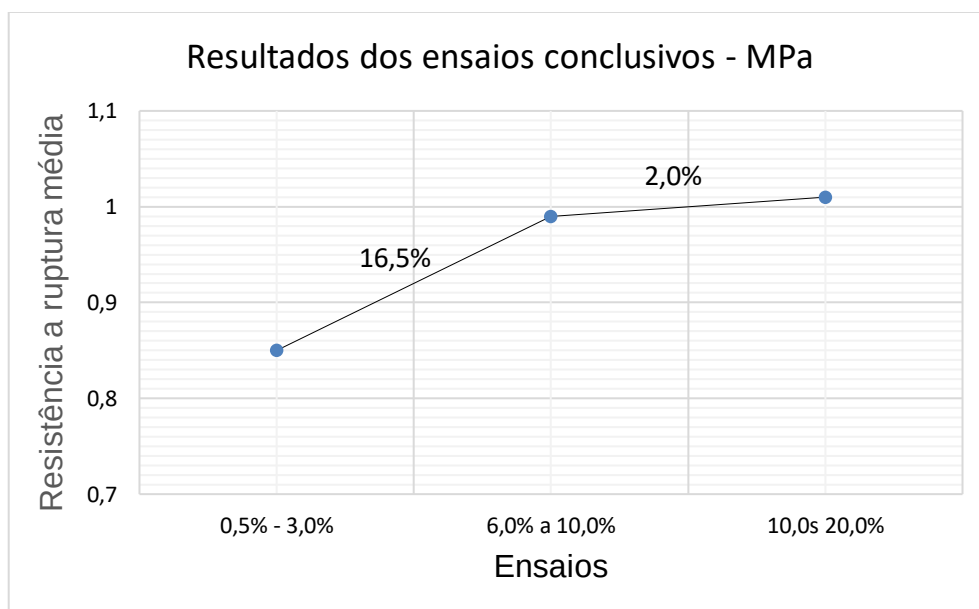


Figura 44 - Comparativos de resistências médias por ensaio conclusivo

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais desta pesquisa e algumas recomendações para futuros trabalhos.

5.1. Considerações Finais

Considera-se que foram atingidos os objetivos propostos no início desta pesquisa e que a hipótese foi corroborada e pode-se observar que:

- a) Existe uma influência da absorção de água de revestimentos cerâmicos na resistência de aderência à tração;
- b) Os revestimentos cerâmicos com diferentes classes de absorção da água obtiveram diferentes resultados quando a resistência de aderência à tração.

Verificou-se que, mesmo com a inutilização dos dados em dois dos cinco ensaios realizados, o índice mínimo de tensão de ruptura de 0,3 MPa foi atendido para os cinco ensaios.

Foi observado um aumento na tensão de ruptura do ensaio de tração quando a absorção de água era maior, chegando a um aumento total da classe com menor para a classe com maior índice de 16,5% maior em um dos casos analisados. Esses resultados são de grande importância na avaliação da empregabilidade de determinado tipo cerâmico, focado na prevenção de manifestações patológicas em revestimentos.

5.2. Sugestão para futuros trabalhos

Baseado nas condições de realização desta pesquisa e nos resultados obtidos, sugere-se para realização de futuros trabalhos:

- Realizar ensaios de absorção de água para verificar se os valores indicados pelo fabricante dos revestimentos cerâmicos são os reais;
- Repetir o programa experimental com maior variedade de revestimentos cerâmicos dentro do mesmo índice de absorção de água;

- Realizar os ensaios novamente para os resultados dados como inconclusivos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAZON. **Serra mármore**. Disponível em: <www.amazon.com.br/Serra-Mármore-4100-Makita-4100NH2Z-127V/dp/B076L251TV>. Acesso em: 21 de janeiro de 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.006: Placas cerâmicas – Definições, classificação, características e marcação**. Rio de Janeiro, p. 2. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.753: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento**. Rio de Janeiro, p. 19. 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.755: Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante – Projeto, execução, inspeção e aceitação - Procedimento**. Rio de Janeiro, p. 57. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.081 - 2: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 2: Execução do substrato - padrão e aplicação da argamassa para ensaios**. Rio de Janeiro, p.9. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.081 - 4: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 4: Determinação da resistência de aderência à tração**. Rio de Janeiro, p.8. 2012.

BALAROTI. **Massa plástica rhai**. Disponível em: < balaroti.com.br/massa-plastica-500g-1300-rhai-1897/p>. Acesso em: 21 de janeiro de 2021.

BORTOLUZZO, C. W. **Contribuição ao Estudo do Comportamento Mecânico dos Revestimentos de Argamassa**. 2000. 238 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

CAMPANTE, E. F.; BAÍIA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

CAMPANTE, E. F. **Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada**. 2001. 407p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

CANDIA, M. C.; FRANCO, L. S. **Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desempenho dos revestimentos de argamassa**. São Paulo, 1998. Boletim Técnico – Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CARASEK, H. **Aderência de Argamassas à Base de Cimento Portland a Substratos Porosos: avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação**. 1996. 285f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CARASEK, H. **Argamassas**. ISAIA, G. C. **Materiais de construção civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. v. 2, São Paulo: IBRACON, 2007.

CEDRO ENGENHARIA CONSULTIVA. **Ensaio de arrancamento**. Disponível em: <<https://www.cedroeng.com.br/inspecoes-em-fachadas-com-revestimentos-ceramicos/>>. Acesso em: 06 de agosto de 2019.

CENTRO CERÂMICO DO BRASIL. **Classificação dos revestimentos cerâmicos de acordo com o índice de absorção de água**. Disponível em: <www.ccb.org.br/>. Acesso em: 06 de agosto de 2019.

COSTA, E. B.; CARASEK, H. **Influência dos parâmetros de ensaio na determinação da resistência de aderência de revestimentos de argamassa.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 4, p. 17-35, outubro/dezembro, 2009.

ELASTOBOR. **Disco de corte de precisão para porcelanato.** Disponível em: <www.elastobor.com.br/disco-bosch-de-corte-diamantado-para-porcelanato-110mm/p>. Acesso em: 21 de janeiro de 2021.

FRANCO, L. S.; CANDIA, M. C. **Influência do tipo de preparo da base no desempenho dos revestimentos de argamassa.** Anais. Florianópolis: NPC/UFSC, 1998.

GUIA DE ENGENHARIA. **Ensaio de arrancamento.** Disponível em: <<https://guideengenharia.com.br/ensaio-de-arrancamento/>>. Acesso em: 04 de agosto de 2019.

GUIMARÃES, E. B.; BRUNO, M. C.; ABREU, W. O. **Resistência de Aderência à Tração da Argamassa Colante em Diferentes Superfícies.** Artigo apresentado no XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

GROCHOSKI, M. L.; HELENE, P.R. L. **Sistemas de reparo para estruturas de concreto com corrosão de armaduras.** São Paulo, 2008. Boletim Técnico – Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

LARA; A.M. L.; **Materiais de Construção.** Ouro Preto, 2013. IFMG.

LEROY MERLIN. **Revestimento cerâmico com absorção de água menor que 0,5%.** Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-para-parede-retangular-ceramica-flamingo-20x20-artens_89737725>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

LEROY MERLIN. **Revestimento cerâmico com absorção de água entre 0,5 e 3,0%.** Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-decorativo-ceramica-food-black-20,3x20,3cm-artens_89915140>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

LEROY MERLIN. **Revestimento cerâmico com absorção de água entre 3,0 e 6,0%.** Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-decorativo-ceramica-artsy-floral-preto-20,3x20,3cm-artens_89867316>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

LEROY MERLIN. **Revestimento cerâmico com absorção de água entre 6,0 e 10,0%.** Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-para-parede-brilhante-borda-arredondada-6029-31,9x54,2cm-viva-ceramica_89909995>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

LEROY MERLIN. **Revestimento cerâmico com absorção de água entre 10,0 e 20,0%.** Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/revestimento-para-parede-brilhante-borda-arredondada-antartida-30x60cm-portobello_89395012>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

MAPA DA OBRA. **Ensaio de arrancamento.** Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/negocios/teste-de-arrancamento/>>. Acesso em: 04 de agosto de 2019.

MAPA DA OBRA. **Tipos de argamassa colante para assentamento de revestimento cerâmico externo.** Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/qual-tipo-de-argamassa-para-ceramica/>>. Acesso em: 02 de agosto de 2019.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios.** 1999. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

MEDEIROS, J. S. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios.** 1999. 457p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

MENEZES, R.R.; CAMPOS, L. F.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. **Aspectos fundamentais da expansão por umidade: uma revisão Parte I: Aspectos históricos, causas e correlações**. São Carlos, 2006.

MORAES, M. **Argamassas de revestimento e assentamento**. PUC Goiás, 2010. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/argamassas-de-revestimento-material-auxiliar>>. Acesso em: 08 de julho de 2019.

RECENA, F. A. P. **Conhecendo argamassa** – 2. ed. – Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012. 188 p.

ROSCOE, M. T. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada**. 2008. 81p. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SOLOTEST. **Substrato–padrão**. Disponível em: <<https://www.solotest.com.br/novo/produtos/placa-de-substrato-padrao-250x500x20mm-/4.129.500>>. Acesso em: 21 de janeiro de 2021.

THURLER, C. L.; FERREIRA, V. A. A Evolução da Resistência de Aderência de Algumas Argamassas Colantes Nacionais. In: **SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS**, 1.,1995, Goiânia. Anais. Goiânia, 1995.

VAZ, EDGAR D. J. **Aplicação de revestimentos cerâmicos aderentes**. 2013. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Técnico Lisboa, Lisboa, 2013.

VOTORANTIM CIMENTOS. **Votomassa ACII – Cerâmica Interna e Externa**. Disponível em: <<https://www.votorantimcimentos.com.br/produtos/argamassas-votomassa/votomassa-ac-ii-ceramica-externa/>>. Acesso em: 02 de agosto de 2019.

WEBER SAINT-GOBAIN. **Sistema de revestimento cerâmico.** Disponível em:
<www.quartzolit.weber.com.br>. Acesso em: 06 de agosto de 2019.

ANEXO A – FICHA TÉCNICA DO PRODUTO (VOTOMASSA ACII - CERÂMICA INTERNA E EXTERNA)



DESCRIÇÃO:

Votomassa ACII cerâmica externa é uma argamassa leve de excelente flexibilidade e aderência, formulada especialmente para aplicação de revestimentos cerâmicos em áreas internas e externas, inclusive em áreas molhadas.

CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA:

Votomassa ACII cerâmica externa é classificada como ACII, conforme NBR 14081-1.

COMPOSIÇÃO:

Votomassa ACII cerâmica externa é composta de cimento Portland, agregados minerais selecionados e aditivos químicos.

RECOMENDADO PARA:

Assentamento de revestimentos cerâmicos em áreas internas e externas, pisos e paredes, bem como para piscinas residenciais não aquecidas.

SUBSTRATOS RECOMENDADOS:

A votomassa ACII cerâmica externa pode ser utilizada para assentamento de cerâmicas diretamente nos seguintes substratos:

- Argamassa de revestimento;
- Contrapiso;
- Gesso acartonado e bloco de gesso, indicado somente para aplicação em interiores e sistema construtivo de acordo com NBR15758
- Piso de concreto
- Parede de concreto confeccionados de acordo com NBR 16055, limitados a altura máxima de 5m. Em paredes externas e fachadas seguir NBR13755, com dimensão máxima de peça cerâmica de 900cm² e juntas horizontais de movimentação espaçada no máximo a cada 3m ou a cada pé direito

LIMITAÇÕES:

- Não aplique diretamente sobre placas particuladas, LUAN (Painel de madeira), placas laminadas ou MDF, ou madeira de lei;
- Não indicada para aplicação em churrasqueiras, lareiras, câmaras frigoríficas;

ACII CERÂMICA EXTERNA



Assentamento para
revestimentos internos e
externos

votomassa

- Não indicada para aplicação diretamente sobre estruturas de concreto, tais como: vigas e pilares.
- Não indicada para o assentamento de lajotas coloniais, pastilhas de vidro/porcelana e outros revestimentos especiais.
- A dupla colagem é obrigatória nos seguintes casos: Para revestimentos igual ou superior à 400cm² em áreas externas: paredes e fachadas. Para revestimentos igual ou superior à 900cm² em piso interno/externo e placas com saliências maiores que 1mm no verso
- Não indicada para aplicação sobre revestimentos cerâmicos existentes;
- Para aplicações em fachadas e paredes externas, sua indicação deve conter no projeto e apenas pode ser utilizada em edifício de altura total (computada do nível do solo ao ponto mais alto do sistema estrutural) de no máximo 15m.
- Aplicação em fachadas e paredes externas seguir recomendação da NBR13755, com dimensão máxima de peça cerâmica de 900cm² e juntas horizontais de movimentação espaçada no máximo a cada 3m ou a cada pé direito.
- Para aplicações em piscinas residências não aquecidas utilizar revestimento cerâmico (absorção $\geq 3\%$) de até 20x20cm.

FERRAMENTAS NECESSÁRIAS PARA APLICAÇÃO:

- Desempenadeira dentada:
- Colher de pedreiro ou misturador mecânico de hélice de baixa rotação
- Martelo de borracha.
- Maseira
- Medidor de água
- Espaçadores para rejuntamento
- EPI'S

INFORMAÇÕES PARA APLICAÇÃO:

- A superfície de aplicação deve estar estruturalmente íntegra, estável e plana,
- O substrato e o verso dos revestimentos devem estar livres de qualquer tipo de sujeira, engobe, óleo, graxa, tinta, eflorescência, seladores de concreto ou agentes de cura.
- A temperatura de toda a superfície deve estar entre 4°C e 32°C.
- Devem ser executadas as juntas de assentamento e movimentação conforme a NBR 8214. As juntas de dilatação do revestimento devem acompanhar as juntas de dilatação do substrato. Não preencher as juntas de dilatação com argamassa.

ACII CERÂMICA EXTERNA



Assentamento para revestimentos internos e externos

votomassa

- Se necessário, fazer a uniformização do substrato com superfícies ásperas ou irregulares.
 - A superfície de aplicação deve apresentar um desnível máximo de 3 mm a cada 2 m lineares.
 - Superfícies de concreto recém aplicadas devem estar curadas por no mínimo 28 dias antes da aplicação
 - Aplique a argamassa numa área máxima de 2 m², essa área deverá ser diminuída caso perceba-se uma redução no tempo em aberto da argamassa.
 - Durante aplicação do revestimento, recomenda-se verificar a cobertura mínima de argamassa do tardo da peça cerâmica logo após o assentamento, com argamassa ainda fresca, na verificação, os cordões de argamassa devem ser totalmente desformados, a inspeção do preenchimento deve ser executada conforme NBR13755. Caso haja ausência de argamassa em partes da peça, remova a argamassa e aplique argamassa fresca novamente.
 - O tempo em aberto real da argamassa deve ser estimado no local da obra por meio de formações de cordões de argamassa em aproximada 0,25m² de área do emboço e condições de vento e insolação críticas a que obra estará sujeita durante o assentamento. Estendidos os cordões, acionar o cronômetro e verificar a formação de película superficial na argamassa por meio do toque com a ponta dos dedos a cada 1 minuto. O tempo em aberto real é excedido no momento em que o toque dos cordões, sem esmagamento, resultada na retirada dos dedos sem vestígios de argamassa, conforme NBR13755.
 - Para a aplicação em clima seco e temperaturas altas, umedeça o substrato e proteja a argamassa recém aplicada de temperaturas muito elevadas.
 - A dupla colagem é obrigatória nos seguintes casos:
 - o Piso interno e externo: Revestimentos igual ou superior à 30x30cm ou 900 cm² e placas com saliências maiores que 1 mm no verso.
 - o Parede externa e fachada: Revestimentos igual ou superior à 20x20cm ou 400 cm² e placas com saliências maiores que 1 mm no verso.
- Para ambos casos: Aplique uma quantidade de argamassa suficiente para cobrir o verso do revestimento, em espessuras de no mínimo 2 mm e no máximo 3 mm e com o lado dentado da desempenadeira recomenda-se abrir o cordão paralelo ao aplicado no substrato.
- Em pisos expostos a insolação e/ou umidade as juntas de movimentação devem ser executas sempre que a área for igual ou maior que 20 m², ou uma das dimensões for maior que 4 m lineares, conforme NBR13753.
 - O revestimento utilizado na aplicação deve atender os requisitos da NBR 13818:1997.
 - O aplicador deve certificar-se de que a deformação dos substratos por ação de cargas acidentais, cargas de impacto ou cargas permanentes não excedam o padrão L/360 para a instalação de revestimentos cerâmicos e lajotas, ou L/480 para instalações de pedras (L = espaçamento entre apoios).

ACII CERÂMICA EXTERNA



Assentamento para revestimentos internos e externos

votomassa

MISTURA:

- Adicione o teor de água limpa indicado junto a data de fabricação do produto em recipiente limpo e seco para um saco de 20 kg ou 15kg de Votomassa ACII cerâmica externa.
- A mistura pode ser feita manualmente ou com um misturador de baixa velocidade até obter uma consistência macia e trabalhável, sem grumos.
- Deixe a argamassa em maturação por 15 minutos e misture novamente, sem acrescentar mais água ou pó.
- Durante a aplicação, mexa a argamassa periodicamente para garantir uma consistência sempre macia. Não coloque mais água na mistura ao longo da aplicação.
- O tempo máximo de utilização da argamassa após a mistura com água é de 2 horas.

APLICAÇÃO:

Usando o lado liso da desempenadeira, aplique a argamassa no substrato, pressionando-a com firmeza em direção à superfície. Depois use o lado dentado da desempenadeira aplique uma camada adicional de argamassa com espessura mínima de 4,5 mm para desempenadeira de 6 x 6 mm formando os cordões. Para formatos de placas cerâmicas ou outros revestimentos acima de 20 cm x 20cm ou 400cm² de dimensão, utilize desempenadeira dentada de 8 x 8 mm ou 10 x 10 mm e faça a dupla colagem.

Aplique o revestimento sobre a argamassa ainda úmida e pegajosa, ligeiramente fora da posição, arraste-a até a posição final e bata suavemente com um martelo de borracha para uma colagem uniforme e nivelada do revestimento.

LIMPEZA DE FERRAMENTAS:

Limpe as ferramentas e os revestimentos instalados com água enquanto a argamassa ainda estiver fresca.

ACII CERÂMICA EXTERNA



Assentamento para revestimentos internos e externos

votomassa

TEMPO PARA USO E CURA A 21°C:

Tempo de manuseio	2 horas
Tempo de liberação para tráfego leve de obra e rejuntamento	72 horas
Tempo de espera para liberação total	10 dias

A aplicação do rejuntamento poderá ocorrer após um período mínimo de cura de 72 horas a uma temperatura de 21°C.

DIMENSÕES MÁXIMAS DOS REVESTIMENTOS PARA APLICAÇÃO:

Superfície	Dimensão Máxima revestimento cerâmico
Parede externa e fachada*	30x30cm ou 900 cm ² - conforme NBR 13755*
Parede interna	60 x 60 cm ou 3600 cm ²
Piso interno	60 x 60 cm ou 3600 cm ²
Piso externo	60 x 60 cm ou 3600 cm ²

*limitada a 15m de altura, considerando altura total da estrutura

RENDIMENTO:

ÁREA DA PEÇA DO REVESTIMENTO (A)	CONSUMO MÉDIO
A < 400 cm ²	4 kg / m ²
400 < A < 900 cm ²	5 kg / m ²
A > 900 cm ²	8 kg / m ²

ACII CERÂMICA EXTERNA



Assentamento para revestimentos internos e externos

votomassa

ÁREA DA PEÇA DO REVESTIMENTO (A) Paredes externas, fachadas e sobreposição	CONSUMO MÉDIO
A < 400 cm ²	4 kg / m ²
A > 400 cm ²	8 kg / m ²

O rendimento pode variar de acordo com a dimensão da peça, tipo de desempenadeira utilizada e textura do substrato. Nestes valores não são consideradas perdas durante a aplicação do produto.

DESEMPENHO*:

Teste	Método do teste	Resultados
Cura normal	NBR 14081-4	≥ 0,8 MPa
Cura submersa	NBR 14081-4	≥ 0,6 MPa
Cura estufa	NBR 14081-4	≥ 0,6 MPa
Tempo em aberto - 20 minutos	NBR 14081-3	≥ 0,6 MPa

* Esses valores foram obtidos com ensaios realizados em laboratório, utilizando os revestimentos para os quais a argamassa é indicada, e podem variar em função das condições de aplicação. Produto conforme NBR 14081-1.

DENSIDADE NO ESTADO FRESCO:

1500 a 1800 kg/m³

As especificações estão sujeitas a mudanças sem notificação prévia. Os resultados indicados são típicos, porém refletem os procedimentos usados para os testes. O desempenho real irá depender dos métodos de instalação e das condições do local de trabalho.

ARMAZENAMENTO:

Os sacos devem ser armazenados sobre estrados, em local coberto, seco, arejado e distantes no mínimo 30 cm da parede, em pilhas com no máximo de 10 sacos.

ACII CERÂMICA EXTERNA



Assentamento para revestimentos internos e externos

votomassa

APRESENTAÇÃO:

Sacos de 20 kg ou 15kg – cor cinza

VALIDADE:

6 meses a partir da data de fabricação impressa na embalagem, se respeitadas as condições de armazenamento.

TRANSPORTE E SEGURANÇA:

Transporte	votomassa ACII cerâmica externa não está enquadrada na portaria de transporte de produtos perigosos (Resolução ANTT no. 420 de 12/02/2004).
Manuseio	Utilizar EPI's adequados: luvas e botas impermeáveis, óculos de segurança química. Evitar contato com a pele e olhos; o contato prolongado com a pele pode causar dermatites. Não beber, comer ou fumar durante o manuseio; lavar as mãos depois do trabalho.
Fogo	Produto não inflamável e não explosivo.
Toxicidade	Produto não considerado tóxico, porém impróprio para o consumo humano.
Segurança	Para mais detalhes, consultar a Ficha de Segurança do produto.

REFERÊNCIAS NORMATIVAS:

NBR 14081-1 - Argamassa Colante Industrializada Para Assentamento De Placas Cerâmicas - Parte 1: Requisitos

NBR 13749 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - especificação

NBR 13753 - Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – procedimento.

NBR 13754 - Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – procedimento.

NBR 13755 – Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante – Projeto, execução, inspeção e aceitação – Procedimento

NBR 16055 - Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - requisitos e procedimentos

NBR 7200 - Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – procedimento.

NBR 8214 - Assentamento de azulejos.

ACII CERÂMICA EXTERNA



Assentamento para
revestimentos internos e
externos

votomassa

NBR 13818 - Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios

NBR 15758/1 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - projeto e procedimentos executivos para montagem parte 1: requisitos para sistemas usados como paredes.

NBR 15758/2 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - projeto e procedimentos executivos para montagem parte 1: requisitos para sistemas usados como paredes.

NBR 15758/3 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - projeto e procedimentos executivos para montagem parte 3: requisitos para sistemas usados como revestimentos