

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL

Fayner Lohany Teixeira de Aguiar

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ADERÊNCIA ENTRE ARGAMASSAS COLANTES
NO ASSENTAMENTO DE PISO SOBRE PISO**

**Belo Horizonte,
2020.**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL

Fayner Lohany Teixeira de Aguiar

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ADERÊNCIA ENTRE ARGAMASSAS COLANTES
NO ASSENTAMENTO DE PISO SOBRE PISO**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Construção Civil. Área de concentração: Tecnologia na Construção Civil. Linha de Pesquisa: Materiais de Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Jr.

Co-Orientador: Prof. Dr. Eduardo Chahud.

**Belo Horizonte,
2020.**

A282a

Aguiar, Fayner Lohany Teixeira de.

Avaliação do sistema de aderência entre argamassas colantes no assentamento de piso sobre piso [recurso eletrônico] / Fayner Lohany Teixeira de Aguiar. – 2020.

1 recurso online (93 f. : il., color.) : pdf.

Orientador: Antônio Neves de Carvalho Jr.

Coorientador: Eduardo Chahud.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Bibliografia: f. 90-93.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Construção civil - Teses. 2. Aderência - Teses. 3. Argamassa - Teses. 4. Porosidade - Teses. I. Carvalho Júnior, Antônio Neves de. II. Chahud, Eduardo. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 691(043)

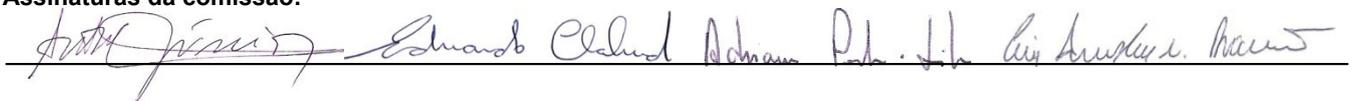
ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CONSTRUÇÃO CIVIL Nº: 213, do aluno **FAYNER LOHANY TEIXEIRA DE AGUIAR**.

Às quatorze horas do dia dezessete de novembro de dois mil e vinte, reuniu-se, por meio de sistema de interação de áudio e vídeo em tempo real (plataforma Google Meet) a Comissão Examinadora de Dissertação de Mestrado, aprovada *ad referendum* pela Coordenação do Colegiado do Curso de Mestrado em Construção Civil - EE.UFMG, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado “**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ADERÊNCIA ENTRE ARGAMASSAS COLANTES NO ASSENTAMENTO DE PISO SOBRE PISO**”, requisito final para a obtenção do grau de MESTRE EM CONSTRUÇÃO CIVIL na Área de Concentração: TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Dr. **Antônio Neves de Carvalho Júnior**, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato para apresentação do seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, sem a participação do candidato na transmissão, houve o julgamento e expedição do resultado final pela Comissão. Foram atribuídas as seguintes indicações:

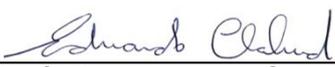
PROF. ANTÔNIO NEVES DE CARVALHO JÚNIOR	(X)	APROVADO	()	REPROVADO
PROF. EDUARDO CHAHUD	(X)	APROVADO	()	REPROVADO
PROF. ADRIANO DE PAULA E SILVA	(X)	APROVADO	()	REPROVADO
PROF. LUIZ ANTÔNIO MELGAÇO N. BRANCO	(X)	APROVADO	()	REPROVADO

Pelas indicações dos membros acima, o candidato foi considerado **APROVADO**. Caso tenham sido sugeridas correções no trabalho, conforme pareceres anexos, o candidato terá o prazo máximo de 60 (sessenta) dias para efetuar-las e entregar a versão final da dissertação à Secretaria do Curso de Mestrado em Construção Civil. O resultado final foi comunicado ao candidato pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a transmissão e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, dezessete de novembro de dois mil e vinte.

Assinaturas da comissão:



Obs.: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo da Coordenação do Curso de Mestrado em Construção Civil.



Prof. Dr. Eduardo Chahud
Coordenador do Curso de Mestrado em Construção Civil

DEDICATÓRIA

Dedico a esse trabalho primeiramente a Jeová Deus, por ser o grande criador da vida e me dar à saúde, a coragem, e me amparar nos momentos difíceis para que possa conseguir completar mais essa etapa da minha vida. Aos meus pais, que nunca mediram esforços para investir na minha educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior, pelo seu jeito cativante e motivador demonstrado e pela disposição em me orientar neste trabalho. Ao professor Dr. Eduardo Chahud pela excelência no ensino e auxílio na orientação desta pesquisa. Aos meus colegas de serviço e faculdade, pelos incentivos prestados. Aos meus familiares pelo apoio e compreensão. Aos meus pais pelo auxílio incondicional prestado. A Universidade Federal de Minas Gerais, pela infraestrutura, corpo docente e reconhecimento frente à qualidade no ensino prestado.

EPÍGRAFE

“As palavras convencem, o exemplo arrasta”

Autor Desconhecido

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar a aderência de diferentes marcas de argamassas colantes piso sobre piso no assentamento de revestimentos cerâmicos de baixa porosidade, em especial porcelanatos. A resistência de aderência e a interface entre a parte esmaltada da placa cerâmica e o tardo do porcelanato, também foram objetos deste estudo. Através do ensaio de arrancamento, verificou-se que nenhuma das três argamassas atingiu a resistência preconizada por norma de 0,3 MPa, seguindo como base a NBR 13.753 - Revestimento de piso externo ou interno com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante (ABNT, 1996). Com a realização de análise microscópica óptica digital, observou-se que os corpos de prova que apresentaram menores valores de resistência de aderência, possuíam menor porosidade superficial aparente e os corpos de prova que apresentavam uma maior porosidade tiveram desempenho mais elevado no quesito resistência de aderência.

Palavras Chave: Argamassas Colantes Piso sobre piso, aderência, baixa porosidade.

ABSTRACT

This work has the general objective of evaluating the adhesion of different brands of adhesive mortars floor to floor when laying ceramic tiles with low porosity, especially porcelain tiles. The adhesion resistance at the interface between the enameled part of the ceramic plate and the back of porcelain tile were also objects of this study. Through the pullout test, it was found that none of the three mortars reached the resistance recommended by 0,3 MPa, following NBR 13.753 – External or internal floor covering with ceramic plates and using adhesive mortar (ABNT, 1996). With the realization of digital electron microscopic analysis, it was observed that the specimens that showed lower values of adhesion resistance, had less apparent surface porosity and the specimens that presented a greater porosity had a higher performance in terms of adhesion resistance.

Palavras Chave: Adhesive mortas floor to floor, adhesion, low porosity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Tipos de substratos utilizados nas pesquisas encontradas.....	pág.22
Figura 02 – Reômetro.....	pág.28
Figura 03 – Cura úmida da laje de piso	pág.33
Figura 04 - Limpeza da superfície com o auxílio de uma vassoura.....	pág.35
Figura 05 - Limpeza da superfície com água e o auxílio de uma mangueira.....	pág.36
Figura 06 - Adesivo de alto desempenho para argamassas.....	pág.37
Figura 07 - Caldeamento do contrapiso.....	pág. 38
Figura 08 - Execução de taliscas para delimitação da altura da argamassa de contrapiso.....	pág. 39
Figura 09 - Apiloamento manual do contrapiso.....	pág. 40
Figura 10 - Espessura do contrapiso.....	pág. 41
Figura 11 - Prazo para maturação da argamassa colante.....	pág.43
Figura 12 - Aplicação de argamassa colante com desempenadeira dentada com dentes de 8 mm x 8 mm x 8mm.....	pág.44
Figura 13 Desempenadeira com dentes de 8 mm x 8mm x 8mm.....	pág.45
Figura 14 - Aplicação de argamassa colante no tardo da placa cerâmica.....	pág.46
Figura 15 - Juntas de Assentamento do revestimento cerâmico.....	pág.47
Figura 16 - Espaçadores plásticos de 5 mm.....	pág.48
Figura 17 - Verificação com martelo de borracha da presença de som cavo a percussão no revestimento cerâmico.....	pág.49

Figura 18 - Aspersão de água nas juntas de assentamento.....	pág.50
Figura 19 - Rejuntamento das placas cerâmicas.....	pág.51
Figura 20 - Primeira camada da área de testes concluída.....	pág.52
Figura 21 - Sobreposição do piso.....	pág.54
Figura 22 - Área de testes com as duas camadas de piso prontas.....	pág.55
Figura 23 - Aderímetro.....	pág.60
Figura 24 - Pastilha metálica.....	pág.60
Figura 25 - Corte com serra mármore.....	pág.61
Figura 26 – Forma de ruptura do primeiro corpo de prova da argamassa A.....	pág.63
Figura 27 – Forma de ruptura do segundo corpo de prova da argamassa A.....	pág.63
Figura 28 – Forma de ruptura do terceiro corpo de prova da argamassa A.....	pág.64
Figura 29 – Forma de ruptura do quarto corpo de prova da argamassa A.....	pág.65
Figura 30 – Forma de ruptura do quinto corpo de prova da argamassa A.....	pág.65
Figura 31 – Forma de ruptura do sexto corpo de prova da argamassa A.....	pág.66
Figura 32 – Forma de ruptura do primeiro corpo de prova da argamassa B.....	pág.68
Figura 33 – Forma de ruptura do segundo corpo de prova da argamassa B.....	pág.68
Figura 34 – Forma de ruptura do terceiro corpo de prova da argamassa B.....	pág.69
Figura 35 – Forma de ruptura do quarto corpo de prova da argamassa B.....	pág.70
Figura 36 – Forma de ruptura do quinto corpo de prova da argamassa B.....	pág.70
Figura 37 – Forma de ruptura do sexto corpo de prova da argamassa B.....	pág.71
Figura 38 – Forma de ruptura do primeiro corpo de prova da argamassa C.....	pág.73

Figura 39 – Forma de ruptura do segundo corpo de prova da argamassa C.....	pág.73
Figura 40 – Forma de ruptura do terceiro corpo de prova da argamassa C.....	pág.74
Figura 41 – Forma de ruptura do quarto corpo de prova da argamassa C.....	pág.74
Figura 42 – Forma de ruptura do quinto corpo de prova da argamassa C.....	pág.75
Figura 43 – Forma de ruptura do sexto corpo de prova da argamassa C.....	pág.76
Figura 44 – Microscópio Óptico Digital.....	pág.83
Figura 45 – Amostra 01.....	pág.84
Figura 46 – Amostra 02.....	pág.84
Figura 47 – Amostra 03.....	pág.85
Figura 48 – Amostra 04.....	pág.85
Figura 49 – Amostra 05.....	pág.86
Figura 50 – Amostra 06.....	pág.86

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Propriedades fundamentais para argamassas colantes.....	pág.21
Tabela 02 – Propriedades opcionais para argamassas colantes.....	pág.21
Tabela 03 – Grupos de absorção de água.....	pág.24
Tabela 04 – Codificação dos grupos de absorção de água em função dos métodos de fabricação.....	pág.25
Tabela 05 - Cálculo do quadrado da distância de cada dado da argamassa A..	pág.77
Tabela 06 - Cálculo do quadrado da distância de cada dado da argamassa B..	pág.79
Tabela 07 - Cálculo do quadrado da distância de cada dado da argamassa C..	pág.81
Tabela 08 - Resistências de aderência.....	pág.82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AC - Argamassa Colante

ACPSP – Argamassa Colante Piso sobre Piso

DEMC - Departamento de Engenharia de Materiais e Construção

EDS – Espectrômetro dispersivo em energia

NBR – Norma Brasileira

MPa – Mega Pascal

MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura

EPU – Expansão por Umidade

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. OBJETIVOS.....	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
3.1 Argamassas colantes.....	19
3.2 Resistência de aderência.....	22
3.3 Adições poliméricas.....	26
3.4 Reologia das argamassas.....	27
3.5 Boas práticas adicionais no assentamento piso sobre piso.....	30
4. JUSTIFICATIVA.....	31
5. METODOLOGIA.....	32
5.1 Laje de piso.....	33
5.1.1 Cura úmida.....	33
5.2 Contrapiso.....	34
5.3 Especificação do revestimento cerâmico.....	42
5.4 Assentamento do revestimento cerâmico.....	43
5.5 Especificação do porcelanato.....	53
5.6 Assentamento do porcelanato.....	54
5.6.1 Informações fabricante argamassa piso sobre piso A.....	55
5.6.2 Preparo da argamassa piso sobre piso A.....	56

5.6.3	Informações fabricante argamassa piso sobre piso B.....	57
5.6.4	Preparo da argamassa piso sobre piso B.....	57
5.6.5	Informações fabricante argamassa piso sobre piso C.....	58
5.6.6	Preparo da argamassa piso sobre piso C.....	59
5.7	Ensaio de arrancamento.....	59
6.	RESULTADOS.....	62
6.1	Área de testes 01 (Argamassa Piso sobre Piso A).....	62
6.2	Área de testes 02 (Argamassa Piso sobre Piso B).....	67
6.3	Área de testes 03 (Argamassa Piso sobre Piso C).....	72
6.4	Cálculos estatísticos.....	76
6.5	Quadro resumo dos resultados experimentais.....	82
6.6	Microscopia óptica digital.....	83
7.	ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES.....	87
8.	CONCLUSÃO.....	88
9.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	89
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil emprega 2.002.983 milhões de pessoas no Brasil (IBGE, 2017). Isso mostra a grande importância do setor da construção civil, na manutenção de empregos e na economia nacional, colocando o Brasil entre as grandes potências mundiais.

Em tempos recentes, houve um aumento na utilização da técnica de piso sobre piso, que consiste na aplicação de um novo revestimento em cima de um pré-existente. Uma grande vantagem na utilização da técnica piso sobre piso é uma maior rapidez na execução da obra, tendo em vista a eliminação da necessidade de demolição do piso antigo.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, na sua Resolução 307, de 05 de julho de 2002, em seu artigo 1, estabelece “diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais”. Considerando que na técnica piso sobre piso não há demolição do piso adjacente, observa-se uma enorme redução de resíduos na obra, e conseqüentemente a necessidade de bota fora de entulho, aliviando os aterros.

Observa-se que há vários estudos sobre aderência em substratos porosos, como (F.H.B.Vaz, H. Carasek, 2019), que abrangem a interface do tardo da placa cerâmica e substratos porosos. Porém nota-se uma carência de estudos sobre a aderência em substratos não porosos, como é o caso da técnica piso sobre piso, onde o tardo da placa de porcelanato adere a parte esmaltada de uma placa cerâmica.

Atualmente, não existe nenhuma norma técnica que normatize a aplicação e observa-se um aumento das patologias como o destacamento das placas, que coloca em risco a segurança dos usuários e prejudica o efeito estético da edificação, mostrando de suma importância maiores estudos nessa área.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar a aderência de diferentes marcas de argamassas colantes piso sobre piso no assentamento de revestimentos cerâmicos de baixa porosidade, em especial porcelanatos. A resistência de aderência e a forma de ruptura na interface entre a parte esmaltada da placa cerâmica e o tardo do porcelanato, também serão objetos deste estudo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foi realizado uma ampla pesquisa bibliográfica, consultando norma brasileiras e internacionais que tratam a respeito do tema, artigos científicos, livros entre outros para a produção deste trabalho acadêmico.

3.1 Argamassas Colantes

Argamassas colantes são produtos constituídos por areia natural, ligantes (cimento) e aditivos químicos que cumprem uma função de adesivo para assentamento de revestimentos em pisos e paredes (KUDO, CARDOSO E PILEGGI, 2013).

Já a NBR 14.081-1 define argamassas colantes industrializadas como um “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” (ABNT, 2012)

As argamassas colantes são classificadas em AC I, AC II, AC II. Podem ainda ser do tipo com tempo aberto estendido (E) e com deslizamento reduzido (D).

Segundo a NBR 14081-1, a argamassa colante industrializada tipo I – AC I, é “uma argamassa colante industrializada com características de resistência as solicitações mecânicas e termo-higrométricas típicas de revestimentos internos, com exceção daquele aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais” (ABNT, 2012).

Segundo a NBR 14081-1, a argamassa colante industrializada tipo II – AC II, é “uma argamassa colante industrializada com características de adesividade que permitem absorver os existentes em revestimentos de pisos e paredes internos e

externos sujeitos a ciclos de variação termo-higrométrica e ação do vento” (ABNT, 2012).

Segundo a NBR 14081-1, a argamassa colante industrializada tipo III – AC III, é “uma argamassa colante industrializada que apresenta aderência superior em relação às argamassas dos tipos I e II” (ABNT, 2012).

Segundo a NBR 14081-1, a argamassa colante industrializada com tempo em aberto estendido (E) é “uma argamassa colante industrializada dos tipos I, II e III, com tempo em aberto estendido” (ABNT, 2012).

Por fim, segundo a NBR 14081-1, a argamassa colante industrializada com deslizamento reduzido (D) é “uma argamassa colante industrializada dos tipos I, II e III, com deslizamento reduzido” (ABNT, 2012).

Neste trabalho, nenhuma das três argamassas utilizadas continham em sua embalagem se eram do Tipo ACI, ACII ou ACIII. Por se tratar de um ambiente externo, devem ser utilizadas apenas argamassas do tipo ACII e ACIII. Nas embalagens estava especificado, com algumas variações de nomenclatura, que eram argamassas colantes piso sobre piso. Logo, isso mostra a necessidade de se estudar em maior profundidade qual a composição dessas argamassas e se realmente atendem o que prometem, a sobreposição de revestimentos.

Em relação aos requisitos fundamentais que as argamassas colantes devem atender, a NBR 14.081-1 define dois parâmetros: tempo em aberto e resistência de aderência.

A NBR 14.081-1 define tempo em aberto como “maior intervalo que de tempo no qual uma placa cerâmica pode ser assentada sobre a pasta de argamassa colante” (ABNT, 2012).

Segundo Barreto, M.F.O e Brandão, P.R.G (2014), “entende-se por resistência de aderência de uma argamassa, a capacidade desta em absorver tensões normais e tangenciais à superfície de interface argamassa/base”. As tabelas a seguir, ilustram esses requisitos que as argamassas colantes industrializadas devem atender:

Tabela 01 – Propriedades fundamentais para argamassas colantes

Requisito	Método de ensaio	Unidade	Critério			
			AC I	AC II	AC III	
Tempo em aberto	ABNT NBR 14081-3	min	≥ 15	≥ 20	≥ 20	
Resistência de aderência à tração aos 28 dias, em função do tipo de cura	Cura normal	ABNT NBR 14081-4	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Cura submersa			≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Cura em estufa			≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0

Fonte: NBR 14.081-1, (ABNT, 2012).

Há ainda algumas propriedades opcionais, conforme tabela abaixo.

Tabela 02 – Propriedades opcionais para argamassas colantes

Requisito	Método de ensaio	Critério
Tempo em aberto estendido (<i>E</i>)	ABNT NBR 14081-3	Argamassa do tipo I, II ou III, com tempo em aberto estendido no mínimo 10 min além do especificado como propriedade fundamental
Deslizamento reduzido (<i>D</i>)	ABNT NBR 14081-5	Argamassa do tipo I, II ou III, com deslizamento menor ou igual a 2 mm
As siglas " <i>E</i> " e " <i>D</i> ", relativas respectivamente às propriedades opcionais de "tempo em aberto estendido" e "deslizamento reduzido", devem estar marcadas nas embalagens das argamassas colantes destinadas a atender a tais propriedades, conforme Seção 6.		

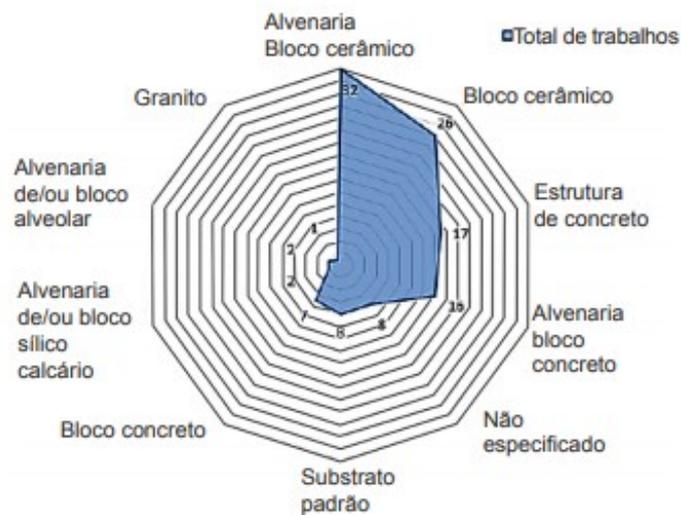
Fonte: NBR 14.081-1 (ABNT, 2012)

Ativar o Win
Aplica Configu

3.2 Resistência de aderência

Segundo F.H.B.Vaz, H. Carasek (2019), “é possível dizer que o tipo de substrato exerce grande influência nas resistências de aderência dos revestimentos de argamassa”. Interessante notar, que apesar dos autores terem feito uma ampla revisão bibliográfica sobre as características dos substratos, considerando vários resultados de ensaios já realizados, nenhum deles abordou a técnica piso sobre piso, conforme mostrado na figura 01. Isso mostra a falta de estudos que abrangem essa técnica.

Figura 01 – Tipos de substratos utilizados nas pesquisas encontradas



Fonte: F.H.B.Vaz, H. Carasek, cerâmica, nº 65, 2019.

Conforme Eduardo, Isac e Marianne (2013), “a aderência não é uma propriedade exclusiva da argamassa, mas da interação entre as camadas do sistema, sendo necessário especificar o substrato em que a argamassa será assentada”. Logo, observa-se a importância do estudo do substrato no qual será assentado o revestimento. No caso deste trabalho, o substrato é a parte esmaltada

da placa cerâmica, uma superfície não porosa. Esse será o enfoque do trabalho acadêmico.

Segundo Grillo, Karin Verônica Freitas (2010), o fenômeno de aderência também pode ser químico, por meio de forças de van der Waals, formada pela presença de forças de ligação entre moléculas e a adsorção química da argamassa com o substrato.

Segundo A.E.F.S. Almeida, E.P.Sichieri (2006), a principal causa da perda ou falta de aderência entre o tardo de placa de porcelanato e a argamassa, é o fato do porcelanato apresentar absorção de água próxima à zero, não permitindo o mecanismo de aderência existente nas cerâmicas porosas, que apresentam absorção de água superior a 3%.

Conforme Nogami, *et al* (2015), que estudou sobre argamassas colantes para o assentamento de placas de pedras, conclui que a porosidade extremamente baixas das rochas em estudo limitou o processo de ancoragem por adesão, ou seja, a penetração da argamassa através dos poros. Visto que as placas de pedras, em especial os granitos, possuem baixa porosidade igual às placas de porcelanato, os autores corroboram com o estudo desse trabalho acadêmico concluindo que pedras com esse tipo de característica, dificultam a adesão das argamassas colantes.

Outro fator que pode afetar a resistência de aderência é a perda de água por evaporação.

Segundo PÓVOAS, Yêda Vieira, JONH, Vanderley Moacyr, CINCOTTO, Maria Alba (2002), “a perda de água por evaporação ou absorção de água é também uma explicação possível para a perda de capacidade colante da argamassa antes da aplicação da placa cerâmica”.

No estudo realizado pelos autores, “os resultados da argamassa estudada indicam que a cada 0,22% de perda de água por evaporação, há perda de resistência de aderência de 0,07 Mpa, ou seja, de mais de 10% da resistência de aderência”.

A norma NBR 13.817 agrupa as placas cerâmicas de revestimento conforme o grau de absorção de água conforme a tabela a seguir (ABNT,1997):

Tabela 03 – Grupos de Absorção de água

Grupos	Absorção de água (%)
la	$0 < Abs \leq 0,5$
lb	$0,5 < Abs \leq 3,0$
IIa	$3,0 < Abs \leq 6,0$
IIb	$6,0 < Abs \leq 10,0$
III	Abs acima de 10,0

3.3.2 Nas tabelas de especificação, conforme a NBR 13818, deve-se usar um código constituído pelo método de fabricação A, B, ou C, acrescido do grupo de absorção, I, II, ou III, utilizando subgrupos a ou b, como mostrado na tabela 2.

Fonte: NBR 13.817 (ABNT, 1997).

A NBR 15.463 define o porcelanato técnico como uma “placa cerâmica não esmaltada para revestimento que apresente absorção de água menor ou igual a 0,1%” (ABNT, 2013). Já o porcelanato esmaltado, segundo essa mesma norma, apresenta absorção de água menor ou igual a 0,5%. Logo, o porcelanato, seja técnico ou esmaltado, possui por sua constituição uma baixíssima absorção de água.

Além disso, na técnica piso sobre piso, ele adere à outra superfície não porosa, que seria a parte esmaltada da placa cerâmica. Logo, são duas superfícies que quase não apresentam porosidade, prejudicando muito o microagulhamento da argamassa.

Já em relação aos métodos de fabricação a NBR 13.817 define que elas podem ser extrudadas (A), prensadas (B) e produzidas por outros processos (C). “Nas tabelas de especificação, conforme a NBR 13.818, deve-se usar um código constituído pelo método de fabricação A, B, ou C, acrescido do grupo de absorção, I, II, ou III, utilizando subgrupos a ou b, como mostrado na tabela 2.” (ABNT,1997).

Tabela 04 – Codificação dos grupos de absorção de água em função dos métodos de fabricação

Absorção de água (%)	Métodos de fabricação		
	Extrudado (A)	Prensado (B)	Outros (C)
Abs ≤ 0,5	AI	Bla	CI
0,5 < Abs ≤ 3		Blb	
3 < Abs ≤ 6	Alla	BIIa	CIIa
6 < Abs ≤ 10	Allb	BIIb	CIIb
Abs > 10	AIII	BIII	CIII

Fonte: NBR 13.817 (ABNT, 1997).

3.3 Adições poliméricas

Apesar dos fabricantes não revelarem a composição química de suas argamassas colantes piso sobre piso, acredita-se que as mesmas devem possuir adições e cargas poliméricas que garantem a eficácia da colagem em sobreposição de revestimentos, unindo duas superfícies basicamente não porosas.

Segundo A.E.F.S. Almeida, E.P.Sichieri (2006), que estudou sobre as propriedades microestruturais de argamassas de cimento Portland com adições minerais e poliméricas utilizadas na fixação de porcelanato, “a adição combinada de polímero e sílica ativa às argamassas resulta em excelentes propriedades, o que viabiliza seu estudo visando a fixação de porcelanato”. Logo, deve-se priorizar utilizar nesse tipo de técnica de revestimento, argamassas que possuam boas quantidades desses compostos na sua composição.

Segundo Kudo, Cardoso e Pileggi (2013), as argamassas que demandam alto desempenho e flexibilidade, que é o caso das argamassas piso sobre piso, exigem a “adição de polímeros vinílicos, acrílicos (EVA/PVA), entre outros, que promovam a melhoria do desempenho”. Logo, os autores apontam que são os polímeros acetato de vinila (EVA) e o poliacetado de vinila (PVA) os responsáveis pelas melhorias nas condições de desempenho das argamassas colantes.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, He Daihua, *et al* (2013), no estudo sobre o mecanismo de ligação na interface argamassa e porcelanatos do polímero acetato de vinila (EVA) modificado, concluiu que adição de EVA melhorou a resistência de ligação na interface entre a argamassa e o porcelanato ao penetrar no capilares e nos poros do porcelanato além de sua resistência a tração.

Outras adições possíveis são de Éteres de celulose (CE). Segundo Petit, Jean-Yves, Wirquin, Eric (2013) esses derivados de celulose são moléculas que melhoram a retenção de água e a trabalhabilidade do material por um processo de aprisionamento de ar, além de melhorar a adesão aos substratos.

3.4 Reologia das argamassas

Outro ponto a considerar é em relação a reologia das argamassas, ou seja, suas propriedades no estado fresco (fluido). Logo entender as reações químicas e físicas originadas pela reatividade do cimento e aditivos quando se adiciona água à mistura é de suma importância.

A reologia estuda a deformação e o escoamento da matéria buscando descrever as deformações dos materiais dependentes do tempo, quando os mesmos são expostos a ações mecânicas (COSTA, M.R.M.M *et al*, 2013).

Seguindo a mesma linha de raciocínio, a NBR 15.839 define o comportamento reológico como o “comportamento do fluxo e da deformação da matéria como fluidos e “sólidos moles” (ABNT, 2010).

Acoplado a reologia (originada da palavra grega rhein: “escorrer”, logos: “estudo”), têm-se a reometria que trata das técnicas, procedimentos e uso de equipamentos que permitem verificar as correlações entre solicitações, denominadas campos de tensão e as respostas, denominadas taxas de deformação. (BARBOSA, M.P *et al*, 2011)

Segundo Barbosa, M.P *et al* (2011, apud Pileggi *et al*, 2001), o princípio básico de operações dos reômetros está em avaliar a tensão de cisalhamento gerada pelo compósito à base de cimento em decorrência do seu cisalhamento por raquetes que, em movimento rotacional axial ou planetário, induzem-no a escoar.

Figura 02 – Reômetro



Fonte: Pileggi, 2013

Esse ensaio de caracterização reológica é normatizado pela NBR 15.839 – Argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos – Caracterização reológica pelo método squeeze-flow (ABNT, 2010). Conforme definição dessa respectiva norma, o squeeze flow mede o fluxo e deformação de uma amostra cilíndrica, entre duas placas paralelas.

Segundo COSTA, M.R.M.M *et al* (2013), no ensaio de “Squeeze Flow” os autores notaram uma forte correlação entre densidade no estado fresco e teor de ar incorporado, sendo que uma variação do teor e tipo de aditivo pode ter um impacto significativo sobre o comportamento da argamassa fresca.

Também concluíram que o principal parâmetro influente no desempenho foi a destruição granulométrica. “A granulometria aberta resulta em um menor índice de vazios nas argamassas e em menor carga no Squeeze Flow enquanto uma distribuição granulométrica fechada resulta em maior índice de vazios e maiores cargas no Squeez Flow.” (COSTA, M.R.M.M *et al* , 2013)

Quanto a influência da composição, com a análise dos resultados foi observado que “há uma ação sinérgica entre a distribuição granulométrica, teor de ar incorporado e morfologia dos grãos, sobre a carga máxima de compressão da argamassa”. (COSTA, M.R.M.M *et al* , 2013)

3.5 Boas práticas adicionais no assentamento piso sobre piso

Apesar de não haver uma norma em vigor que trate especificamente da técnica piso sobre piso, é consenso entre fabricantes que alguns cuidados adicionais devem ser observados na utilização dessa técnica.

Um dos aspectos antes de executar a técnica piso sobre piso, é avaliar se o aumento da altura da base não irá prejudicar a abertura de portas ou trazer outros inconvenientes.

É necessário também certificar que a estrutura irá suportar a sobrecarga que o novo revestimento propiciará.

Outro fator importante é em relação à limpeza do piso antigo. Deve-se “limpar a superfície, eliminando todos os resíduos, como pó, óleo, tinta ou qualquer matéria que impeça a boa aderência da argamassa”. (QUARTZOLIT, 2019)

Além disso, o piso anterior não pode apresentar som cavo à percussão. Caso existam peças nessas condições ou soltas, elas devem ser assentadas novamente. “Verifique se o revestimento existente está bem aderido. No caso de aplicações sobre cerâmicas, retire as peças soltas”. (QUARTZOLIT, 2019)

Por fim, deve-se obrigatoriamente utilizar a dupla camada de colagem, aplicando a argamassa no revestimento antigo e no tardo do da placa cerâmica, independente do tamanho da placa cerâmica.

A partir dessa etapa, as recomendações seguem as premissas da NBR 13.753 - Revestimento de Piso Interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento (ABNT, 1996).

4. JUSTIFICATIVA

Este trabalho se justifica porque a técnica piso sobre piso é relativamente nova na indústria da construção civil. Além disso, não existe nenhuma norma técnica que trate do assunto em questão.

Os estudos nessa área, como F.H.B.Vaz, H. Carasek (2019), abordam principalmente sobre assentamento de revestimentos em substratos porosos, sendo encontrados poucos estudos sobre o assentamento em substratos não porosos que é objeto deste trabalho, a saber, entre a parte esmaltada da placa cerâmica e o tardo do porcelanato. Isso justifica a necessidade de mais estudos e pesquisas nessa área.

Por fim, nota-se um crescente número de patologias decorrentes principalmente de destacamentos de revestimentos quando utilizado a técnica piso sobre piso.

5. METODOLOGIA

Foram delimitadas áreas de teste com dimensões de 1,75 m (comprimento) x 1,5 m (largura) nas quais foram assentadas argamassas colantes piso sobre piso de três diferentes fabricantes.

Foram utilizadas argamassas colantes piso sobre piso cinzas. Vale ressaltar que em peças de cores claras, é altamente recomendável a utilização de argamassas piso sobre piso brancas, devido a possibilidade do óxido de ferro do cimento portland presente nas composições das argamassas cinzas poder ocasionar o manchamento do piso assentado que possui coloração predominantemente clara.

A escolha do revestimento em porcelanato não polido na área externa se deu para atender o que preconiza a NBR 15.575 - Edificações Residenciais - Desempenho, Parte 03 - Requisitos para os sistema de pisos, em especial ao item 9 - Segurança no Uso e na Operação, 9.1 - Requisito - Coeficiente de atrito da camada de acabamento, 9.1.1 - Coeficiente de atrito dinâmico onde se especifica que “São considerados ambientes onde é requerida resistência ao escorregamento: áreas molhadas, rampas, escadas em áreas de uso comum e terraços” (ABNT, 2013).

A norma de desempenho especifica que o coeficiente de atrito deve obedecer a norma NBR 13.818 - Placas Cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios, em especial ao anexo N (normativo) - Determinação do Coeficiente de Atrito onde a tabela N.1 determina que “o coeficiente de atrito recomendado deverá ser maior ou igual a 0,4 ($\geq 0,4$) em áreas onde o uso requer resistência ao escorregamento conforme classificação do “Transport Road Research Laboratory” e método Tortus” (ABNT, 1997).

Além disso, o porcelanato polido assentado em área externa estaria mais suscetível a avarias como riscos e arranhões, preferencialmente no sentido rua, interior da edificação.

5.1 Laje de piso

Primeiramente, foi executado uma laje de piso na produção desse trabalho. O traço utilizado foi de 1:2:3 (cimento / areia / brita). Foi respeitado um prazo superior a 28 dias para início do contrapiso devido o alto índice pluviométrico que atingiu Belo Horizonte na segunda metade do mês de novembro e durante a primeira metade do mês de dezembro de 2019.

5.1.1 Cura Úmida

Optou-se pela realização do método de cura úmida na laje durante 14 dias conforme figura 09. Conforme a NBR 14.931 - Execução de Estruturas de Concreto - Procedimento no seu item 10 - Cura e retirada de fôrmas e escoramento, “Elementos estruturais de superfície devem ser curados até que atinjam resistência característica à compressão (fck), de acordo com a ABNT NBR 12.655, igual ou maior que 15 MPa” (ABNT, 2004).

Figura 03 - Cura úmida laje de piso



Fonte: Autor, 2019.

5.2 Contrapiso

Em obras correntes, para regularização do piso e para dar o caimento necessário em algumas áreas, por exemplo, para que ocorra a percolação de água para um ralo ou grelha, no qual uma tubulação hidráulica irá conduzir o líquido para um determinado local, é executada uma camada de regularização denominada corriqueiramente como contrapiso.

É interessante notar que se deve evitar camadas espessas de contrapiso, executando uma boa regularização e nivelamento da laje ou laje de piso, evitando custos desnecessários durante a obra.

Conforme explicado através de mensagem pelo professor do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção (DEMC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior, “O contrapiso é uma camada de transição interessante para aliviar as tensões de deformação da laje, bem como propiciar uma porosidade e absorção de água adequados para o microagulhamento da argamassa colante”.

Primeiramente, verificou-se se a superfície estava totalmente isenta de pó, poeira ou de outros materiais. Foi necessário a limpeza da superfície, sendo primeiramente retirado toda o pó, poeira e outros detritos com o auxílio de uma vassoura conforme figura 02.

Figura 04 - Limpeza da superfície com o auxílio de uma vassoura



Fonte: Autor, 2019.

Posteriormente, foi lavada a superfície com água e o auxílio de uma mangueira conforme figura 03. Em caso de bases muito lisas ou antigas, deve se realizar um apicoamento da superfície.

Figura 05 - Limpeza da superfície com água e o auxílio de uma mangueira



Fonte: Autor, 2019.

Para facilitar a aderência do contra piso a laje ou laje de piso foi executado uma argamassa com traço de 1:1 (cimento / areia) e utilizado uma resina sintética, ou seja, um adesivo de alto desempenho para argamassas no traço 2:1 (água / aditivo) conforme figura 04.

Figura 06 - Adesivo de alto desempenho para argamassas



Fonte: Autor, 2019.

No caldeamento, foi utilizado uma vassoura piaçava como ferramenta para espalhamento da nata formada nesse procedimento conforme figura 05.

Figura 07 - Caldeamento do contrapiso



Fonte: Autor, 2019

Apesar da norma NBR 13.753 - Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento sugerir no seu item 5.5.2 um traço em volume de 1:0,25:6 (cimento /cal hidratada / areia média úmida) para o contrapiso, foi adotado o traço de 1:4 (cimento / areia) largamente e comumente utilizado em obras correntes no setor da construção civil.

Foram utilizadas taliscas para delimitar a altura do contrapiso e facilitar o posterior desempenho com régua de alumínio conforme figura 06.

Figura 08 - Execução de taliscas para delimitação da altura da argamassa de contrapiso



Fonte: Autor, 2019.

Após aplicação da argamassa para contrapiso, denominada popularmente como “farofa” devido a sua consistência, foi realizado o apiloamento manual da superfície conforme figura 07. Posteriormente, o mesmo foi levemente sarrafeado.

Figura 09 - Apiloamento manual do contrapiso



Fonte: Autor, 2019.

A norma supracitada preconiza no seu item 5.5.3 que “a espessura do contrapiso deve estar compreendida entre 15 mm e 25 mm”. Para espessuras superiores a supracitada, o mesmo deverá ser executado em mais de uma camada. Neste trabalho, a espessura do contrapiso foi de 18 mm conforme a figura 08.

Figura 10 - Espessura do contrapiso



Fonte: Autor, 2019.

5.3 Especificação do Revestimento Cerâmico

Para a primeira camada de revestimento cerâmico sobre o piso, foi utilizado uma cerâmica com dimensões de 45,5 cm x 45,5 cm esmaltada com cor predominantemente branca e as seguintes características técnicas:

- PEI: 4;
- Classe Tonal: V1;
- Grupo de Absorção: BIIb;
- Natureza da superfície: GL (esmaltado);
- Resistência ao gelo: Não resiste;
- Qualidade: A;
- Junta de Assentamento: 5 mm;
- Área de cobertura por caixa (sem juntas): 2,04 m²;
- Peso bruto por caixa: 28 Kg;
- Quantidade de peças por caixa: 10 unidades.

5.4 Assentamento do Revestimento Cerâmico

Para assentamento do revestimento cerâmico foi observado o que está preconizado pela norma NBR 13.753 - Revestimento de piso externo ou interno com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento nos itens 5.7.4 e 5.7.5 (ABNT, 1996).

Primeiro, foi preparado a argamassa colante seguindo todas as recomendações disponibilizadas pelo fabricante do produto. A quantidade de adição de água seguiu o estipulado pelo fabricante. Foi respeitado o prazo de 15 minutos para maturação da argamassa colante conforme figura 09, sendo a pasta novamente misturada antes de sua aplicação.

Figura 11 - Prazo para maturação da argamassa colante.



Fonte: Autor, 2019.

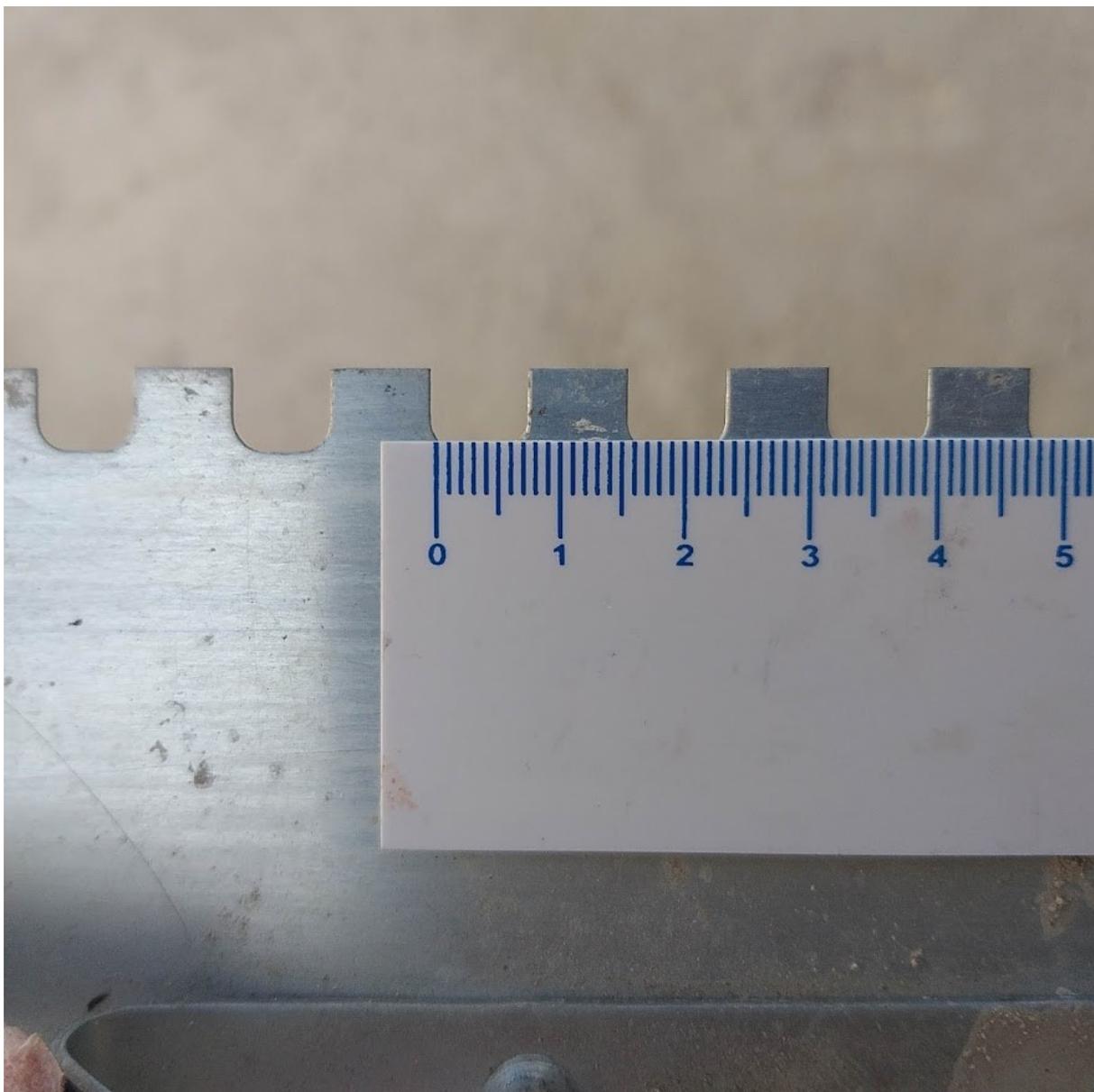
Em seguida foi espalhado a argamassa colante sobre o contrapiso e executado os cordões de argamassa colante com o auxílio de uma desempenadeira conforme demonstrado na figura 10 e de dentes de 8 mm x 8 mm x 8mm conforme figura 11.

Figura 12 - Aplicação de argamassa colante com desempenadeira dentada com dentes de 8 mm x 8 mm x 8mm



Fonte: Autor, 2019.

Figura 13 - Desempenadeira com dentes de 8 mm x 8mm x 8mm



Fonte: Autor, 2019.

Em seguida, foi aplicado argamassa colante no tardo da placa cerâmica, visto a mesma possuir área maior que 900 cm². O assentamento foi realizado com os cordões presentes no tardo da placa cerâmica na posição perpendicular aos cordões presentes no contrapiso conforme figura 12.

Figura 14 - Aplicação de argamassa colante no tardo de placa cerâmica

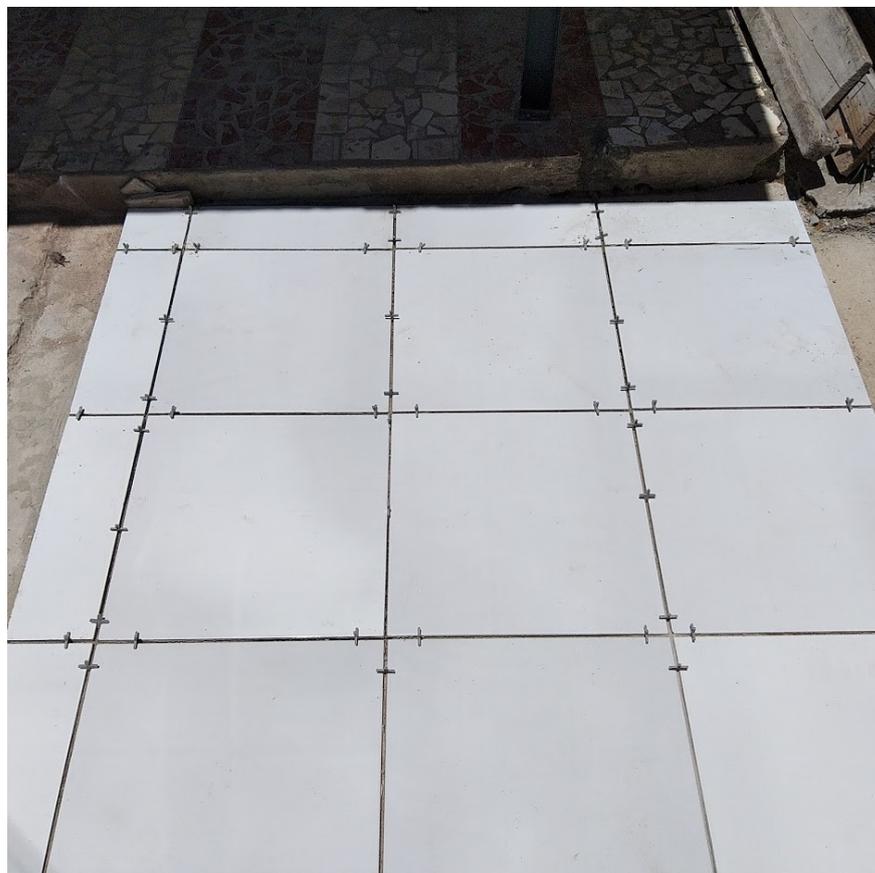


Fonte: Autor, 2019.

Em seguida, a placa foi pressionada mecanicamente e arrastada para que ocorresse o rompimento dos cordões até a sua posição final.

Foram utilizadas juntas de assentamento de 5 mm seguindo o que foi especificado pelo fabricante conforme figura 13.

Figura 15 - Juntas de Assentamento do revestimento cerâmico.



Fonte: Autor, 2019.

Para controle das dimensões das juntas de assentamento, foram utilizados espaçadores plásticos conforme figura 14.

Figura 16 - Espaçadores plásticos de 5 mm.



Fonte: Autor, 2019.

Foi respeitado o prazo de 03 (três) dias para liberação do trânsito de pessoas sobre o piso assentado sendo o piso subjacente de porcelanato assentado apenas após decorrido o prazo de 14 (quatorze) dias.

Optou-se pela realização do rejuntamento das placas cerâmicas neste trabalho acadêmico, para que o ensaio se aproximasse o mais próximo possível de uma situação real de obra no qual o piso já estaria assentado e conseqüentemente rejuntado.

Para execução do rejuntamento, primeiro foi realizado com o auxílio de um martelo de borracha uma percussão em cima de todas as placas cerâmicas já assentadas, para verificação da existência ou não de som cavo a percussão

conforme figura 15. Caso fosse encontrado alguma placa com som cavo a percussão, a mesma necessitaria de ser assentada novamente. Neste trabalho não foi identificada nenhuma peça que apresentasse som cavo a percussão.

Figura 17 - Verificação com martelo de borracha da presença de som cavo a percussão no revestimento cerâmico.



Fonte: Autor, 2019.

Posteriormente, foi executado uma limpeza manual nas juntas. Vale ressaltar que o excesso de argamassa colante presentes nas juntas de assentamento já havia sido retirado anteriormente na hora de assentamento do revestimento cerâmico.

Em seguida, foi realizada uma aspersão de água com o auxílio de uma brocha nas juntas de assentamento antes da aplicação da argamassa de rejuntamento conforme figura 17.

Figura 18 - Aspersão de água nas juntas de assentamento.



Fonte: Autor, 2019.

O rejuntamento só foi realizado após decorrido o prazo de 72 (setenta e duas) horas do assentamento do revestimento cerâmico. Para o rejuntamento, teve-se o cuidado de utilizar um pranchão de madeira para evitar que o trabalhador apoiasse o peso do seu corpo diretamente sobre as placas. Foi utilizado um rejunte flexível de coloração cinza platina do tipo II conforme norma ABNT NBR 14.992 - A.R. - Argamassa a base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas - Requisitos e métodos de ensaio. O mesmo foi aplicado com um auxílio de uma espátula conforme figura 18.

Figura 19 - Rejuntamento das placas cerâmicas.



Fonte: Autor, 2019.

Com a finalidade de acabamento final da superfície rejuntada, foi utilizado um rodo de borracha e posteriormente uma esponja. ‘

Por fim, a foto 20 mostra a área de testes da primeira camada de revestimento cerâmico concluída.

Figura 20 - Primeira camada da área de testes concluída.



Fonte: Autor, 2019.

5.5 Especificação do Porcelanato

Para a segunda camada de revestimento, foi utilizado um porcelanato com dimensões de fabricação de 605 mm x 605 mm x 9,5 mm esmaltada com cor predominantemente cinza e as seguintes características técnicas:

- Qualidade: A (Extra)
- Locais de Uso: CP / RE - Comercial Pesado (ambientes comerciais de tráfego leve e pesado) e Residencial (ambientes residenciais).
- Classe Tonal: V1;
- Grupo de Absorção: Blae ($E_b \leq 0,5\%$);
- Natureza da superfície: GL (esmaltado);
- Resistência ao gelo: Não resiste;
- Qualidade: A;
- Junta de Assentamento: 3 mm;
- Área de cobertura por caixa (sem juntas): 1,46 m²;
- Peso bruto por caixa: 31,5 Kg;
- Quantidade de peças por caixa: 04 unidades.

5.6 Assentamento do Porcelanato

Para assentamento do porcelanato foi observado o que está preconizado pela norma NBR 13.753 - Revestimento de piso externo ou interno com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento nos itens 5.7.4 e 5.7.5. As etapas seguem os mesmos cuidados, procedimentos e especificações citadas anteriormente, no item 5.5 deste trabalho acadêmico (ABNT, 1996).

A figura 21 mostra a sobreposição do piso, ou seja, o assentamento do porcelanato em cima do revestimento cerâmico.

Figura 21 - Sobreposição do piso.



Fonte: Autor, 2019.

Já a figura 22 mostra as três áreas de testes prontas com as duas camadas de pisos assentadas.

Figura 22 - Área de testes com as duas camadas de piso prontas.



Fonte: Autor, 2020.

5.6.1 Informações Fabricante Argamassa Piso sobre Piso A

Conforme informações disponibilizadas pelo fabricante, a argamassa piso sobre piso A interno/externo cinza:

é uma argamassa colante especial para assentamento de piso sobre piso e azulejo sobre azulejo internos e externos. É produzida com matérias primas selecionadas, garante excelente aderência e resistência mecânica, além de oferecer uma massa leve, macia e um ótimo rendimento (Fabricante Argamassa A).

Suas indicações de uso são para:

assentamento em pisos e paredes, inclusive em áreas de alto tráfego, piso sobre piso ou azulejo sobre azulejo, placas cerâmicas, porcelanatos e pedras naturais (exceto revestimentos com deformação transversal maior que 0,6 mm/m), piso sobre piso interno de até 80cm x 80cm, piso sobre piso externo de até 60cm x 60cm, porcelanato interno de até 1,2m x 1,2m, porcelanato externo de até 80 cm x 80 cm, cerâmicas de até 1,0m x 1,0m, azulejo sobre azulejo de até 60 cm x 60 cm, piscinas com peças de até 30cm x 30cm, fachadas de até 20cm x 20cm com 1 pavimento, piscinas residenciais não aquecidas.

Visto que a placa de sobreposição de porcelanato possui dimensões predominantemente em centímetros de 60cm x 60cm, a mesma atende ao especificado pelo fabricante. Ele ainda alerta que em peças de coloração clara, deve ser utilizado uma argamassa branca para evitar manchas permanentes nas peças. O motivo dessa exigência já foi explicado acima nesse trabalho acadêmico. Por fim, há o alerta que “não é indicado para revestimentos em fachadas acima de 1 pavimento, reservatórios ou saunas, paredes e piscinas aquecidas, lareiras, churrasqueiras e frigoríficos, bases ou qualquer substância que impeça a aderência do produto, pastilhas de porcelana ou vidro”.

5.6.2 Preparo da Argamassa Piso sobre Piso A

Para preparo da argamassa piso sobre piso denominada hipoteticamente de A, foram seguidos cuidadosamente todas as especificações disponibilizadas pelo fabricante. Conforme informações disponibilizadas na embalagem, o produto dispensa o tempo de maturação da argamassa, sendo a mesma aplicada logo após a sua mistura. Conforme especificado, foram adicionados 4,2 litros de água por saco. Foi utilizado um balde graduado para controlar e garantir que o volume de água adicionado seja igual ao especificado na embalagem. A mesma foi utilizada no intervalo inferior a 2 horas e não houve adição de água após a mistura.

5.6.3 Informações Fabricante Argamassa Piso sobre Piso B

Conforme informações disponibilizadas pelo fabricante, a argamassa piso sobre piso B interno/externo cinza:

é uma argamassa colante de sobreposição para áreas internas e externas. Indicado para sobreposição de revestimentos cerâmicos em paredes e pisos. Sua composição é de Cimento Portland, agregados minerais classificados e aditivos especiais não-tóxicos. Uso interno e externo, em áreas secas e úmidas e indicado também para áreas que requerem maior desempenho, tais como fachadas e áreas submersas (piscinas e saunas). Espessura de 4 a 6 mm. Os tipos de revestimentos compatíveis são peças cerâmicas, porcelanato, pastilhas cerâmicas, pedras naturais, mármore, granitos e grandes formatos até 1,20 m x 1,20 com espessura até 2 cm. Exceto ardósias. (FABRICANTE ARGAMASSA B, 2020).

Suas superfícies de aplicação são:

Qualquer superfície onde já existam pisos e azulejos cerâmicos ou do tipo porcelanato, revestimento natural, emboço ou contrapiso sarrafeado ou desempenado, com pelo menos 14 dias de idade, concreto com superfície rústica ou lisa curado há mais de 28 dias. A superfície de aplicação deve estar aprumada, plana, curada, firme, seca, completamente limpa, livre de partículas soltas, resina, manta, tinta, óleo, textura ou qualquer tipo de produto que impeça a aderência normal da argamassa de sobreposição (FABRICANTE ARGAMASSA B, 2020).

As restrições de uso são:

Não recomendado para estufas, lareiras, fornos, churrasqueiras e câmaras frigoríficas, sob ou para assentamento de pedra ardósia, assentamento em superfícies como resina, manta, tinta, óleo, textura ou qualquer tipo de produtos que impeça a aderência da argamassa de sobreposição e assentamento de pastilhas de vidro e porcelanas (FABRICANTE ARGAMASSA B, 2020).

5.6.4 Preparo da Argamassa Piso sobre Piso B

Para preparo da argamassa piso sobre piso denominada hipoteticamente de B, foram seguidos cuidadosamente todas as especificações disponibilizadas pelo fabricante. Conforme informações disponibilizadas na embalagem do produto, foi respeitado o prazo de maturação de 05 (cinco) minutos da argamassa, sendo a mesma remisturada antes da aplicação, e adicionados 3,5 litros de água por saco.

Foi utilizado um balde graduado para controlar e garantir que o volume de água adicionado seja igual ao especificado.

5.6.5 Informações Fabricante Argamassa Piso sobre Piso C

Conforme informações disponibilizadas pelo fabricante, a argamassa piso sobre piso C interno/externo cinza é indicada para:

Assentar cerâmicas, porcelanatos e pedras naturais (ardósia, pedra mineira, miracena, são tomé e goiás), com tamanho máximo de 120 cm x 120 cm (14.400 cm²) em pisos e paredes de áreas internas. Assentar esses mesmos revestimentos com tamanho máximo de 90 cm x 90 cm (8.100 cm²) em pisos e paredes de áreas externas. Sobrepor revestimentos novos sobre antigos, como cerâmicas, porcelanatos e ardósias, com tamanho máximo de 80 cm x 80 cm (6.400 cm²) em pisos e paredes de áreas internas e externas (exceto fachadas). Assentar revestimentos em áreas de grande movimentação de pedestres, como edifícios comerciais, estações, shopping center, etc. Assentar esses mesmos revestimentos sobre base de drywall em áreas internas. Assentar revestimentos em piscinas residenciais não aquecidas, apenas para assentamento (FABRICANTE ARGAMASSA C, 2020).

As restrições de uso são:

“Fachadas, churrasqueiras e lareiras, saunas, pisos aquecidos, frigoríficos e revestimentos especiais. Bases com pintura ou quaisquer materiais que possam impedir a aderência da argamassa” (FABRICANTE ARGAMASSA C, 2020).

As bases para aplicação são:

Emboços ou argamassas de contrapiso sarrafeadas ou desempenadas, curadas já, pelo menos, 14 dias, conforme a NBR 13.754. Alvenarias de blocos vazados de concreto, de blocos silicocalcários e de blocos de concreto celular em paredes internas. Paredes de concreto com mais de 28 dias. Revestimentos antigos para assentamento e sobreposição, como cerâmicas, porcelanatos, cimentados lisos, granilites e ardósias, desde que isentas de qualquer materiais que possam impedir a aderência do produto, como ceras e gorduras (FABRICANTE ARGAMASSA C, 2020).

5.6.6 Preparo da Argamassa Piso sobre Piso C

Para preparo da argamassa piso sobre piso denominada hipoteticamente de C, foram seguidos cuidadosamente todas as especificações disponibilizadas pelo fabricante. Conforme informações disponibilizadas na embalagem do produto foi respeitado o prazo de maturação de 15 (cinco) minutos da argamassa, sendo a mesma remisturada antes da aplicação, e adicionados 5,0 litros de água por saco. Foi utilizado um balde graduado para controlar e garantir que o volume de água adicionado seja igual ao especificado.

5.7 Ensaio de Arrancamento

Para o ensaio de arrancamento foi observado o que está preconizado na NBR 13.753 - Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento em seu Anexo A - Determinação da resistência de aderência de revestimentos cerâmicos assentados com argamassa colante (ABNT, 1996).

Foi utilizado um equipamento de “tração simples que permite a aplicação progressiva de carga no qual possui um marcador para a leitura e pastilhas metálicas quadradas de 100 mm de lado e com rosca no centro para permitir o acoplamento do equipamento” conforme figura 22 e 23.

Figura 23 - Aderímetro



Fonte: Autor, 2020.

Figura 24 - Pastilha metálica



Fonte: Autor, 2020.

Apesar da norma sugerir em seu anexo A, no item A.5.1 a utilização de uma cola a base de resina epoxídica, para colagem das placas foi utilizado uma cola a base de Etil Cianoacrilato, sugestão de discentes do programa de mestrado do DEMC da UFMG, no qual já vem mostrando grande eficácia na colagem das pastilhas metálicas em materiais cerâmicos em poucos segundos.

Após a colagem das placas, foi executado o corte com serra mármore, sendo a altura do disco previamente ajustada para que efetuasse o corte apenas do revestimento superior (porcelanato), sem atingir a primeira camada do piso cerâmico conforme figura 28.

Segundo a norma NBR 13.753 em seu item A.6.2 - “o corpo de prova é formado por um quadrado com 100mm de lado, cujo centro coincida com o cruzamento de duas juntas perpendiculares e seus lados paralelos às juntas, sendo seu corte efetuado conforme A.6.3.f.” (ABNT, 1996). A recomendação foi atendida, conforme figura 23.

Figura 25 - Corte com serra mármore



Fonte: Autor, 2020.

6. RESULTADOS

6.1 Área de testes 01 (Argamassa Piso sobre Piso A)

Os resultados obtidos no ensaio de arrancamento da primeira área de testes, no qual foi utilizada a argamassa colante piso sobre piso denominada hipoteticamente de A, foram os seguintes:

- RELATÓRIO DE ENSAIO

Data do ensaio: 17 de Fevereiro de 2020.

Seção dos corpos de prova (largura x comprimento): 100 mm x 100 mm

Tipo de corte: Executado através de serra mármore com 1.500 w de potência.

Profundidade do corte: 12,5 mm (9,5 mm do porcelanato + 3,0 mm do cordão de argamassa colante)

Leitura aparelho Constante de Arrancamento

$$1 - 2,0 \text{ kgf / cm}^2 \quad \times \quad 0,035979591 \quad = \quad \mathbf{0,07 \text{ MPa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface argamassa colante superior / superfície esmaltada da cerâmica inferior.

Figura 26 – Forma de Ruptura do primeiro corpo de prova da argamassa A



Fonte: Autor, 2020.

$$2 - 2,0 \text{ kgf / cm}^2 \quad \times \quad 0,035979591 \quad = \quad \mathbf{0,07 \text{ MPa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface argamassa colante superior/ superfície esmaltada da cerâmica inferior.

Figura 27 - Forma de Ruptura do segundo corpo de prova da argamassa A



Fonte: Autor, 2020.

$$3 - 1,8 \text{ kgf / cm}^2 \quad \times \quad 0,035979591 \quad = \quad \mathbf{0,06 \text{ MPa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface argamassa colante superior / superfície esmaltada da cerâmica inferior.

Figura 28 – Forma de ruptura do terceiro corpo de prova da argamassa A



Fonte: Autor, 2020.

$$4- 4,1 \text{ kgf / cm}^2 \quad \times \quad 0,035979591 \quad = \quad \mathbf{0,15 \text{ MPa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface pastilha / cola (75%)
Ruptura na interface placa cerâmica / argamassa colante (25%).

Figura 29 – Forma de ruptura do quarto corpo de prova da argamassa A

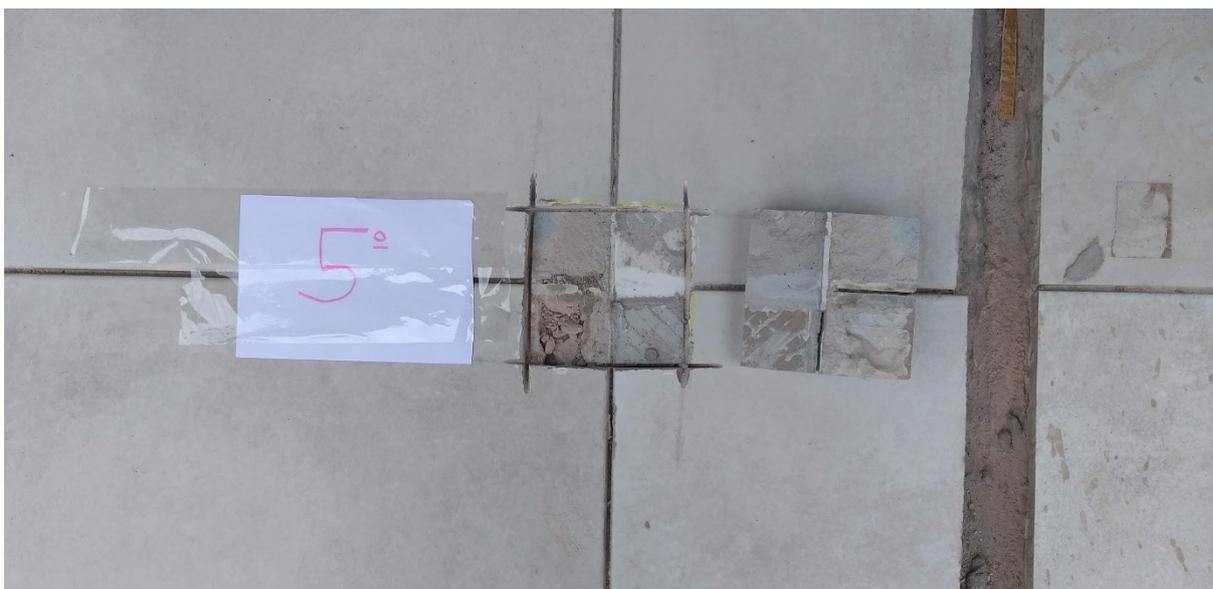


Fonte: Autor, 2020.

$$5 - 10,6 \text{ kgf / cm}^2 \times 0,035979591 = \mathbf{0,38 \text{ MPa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface placa cerâmica / argamassa colante.

Figura 30 – Forma de ruptura do quinto corpo de prova da argamassa A



Fonte: Autor, 2020.

$$6 - 5,4 \times 0,035979591 = 0,19 \text{ MPa}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface placa cerâmica / argamassa colante.

Figura 31 – Forma de ruptura do sexto corpo de prova da argamassa A



Fonte: Autor, 2020.

Segundo a norma NBR 13.753 no seu item 5.11.7 - “Consideradas seis determinações da resistência de aderência, após a cura de 28 dias da argamassa colante utilizada no assentamento, pelo menos quatro valores devem ser iguais ou maiores que 0,3 MPa.” (ABNT, 1996).

Resultado FINAL: Não conforme segundo a norma NBR 13.753 (ABNT, 1996).

6.2 Área de testes 02 (Argamassa Piso sobre Piso B)

Os resultados obtidos no ensaio de arrancamento da segunda área de testes, no qual foi utilizada a argamassa colante piso sobre piso denominada hipoteticamente de B, foram os seguintes:

- RELATÓRIO DE ENSAIO

Data do ensaio: 17 de Fevereiro de 2020.

Seção dos corpos de prova (largura x comprimento): 100 mm x 100 mm

Tipo de corte: Executado através de serra mármore com 1.500 w de potência.

Profundidade do corte: 12,5 mm (9,5 mm do porcelanato + 3,0 mm do cordão de argamassa colante)

Leitura aparelho Constante de Arrancamento

1 - 4,1 kgf / cm² x 0,035979591 = **0,15 MPa**

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface placa cerâmica superior / argamassa colante (80%)

Ruptura superfície esmaltada da placa cerâmica inferior / argamassa colante (20%).

Figura 32 – Forma de Ruptura do primeiro corpo de prova da argamassa B



Fonte: Autor, 2020.

$$2 - 4,5 \text{ kgf / cm}^2 \quad \times \quad 0,035979591 \quad = \quad \mathbf{0,16 \text{ MPa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface placa cerâmica superior / argamassa colante.

Figura 33 - Forma de Ruptura do segundo corpo de prova da argamassa B

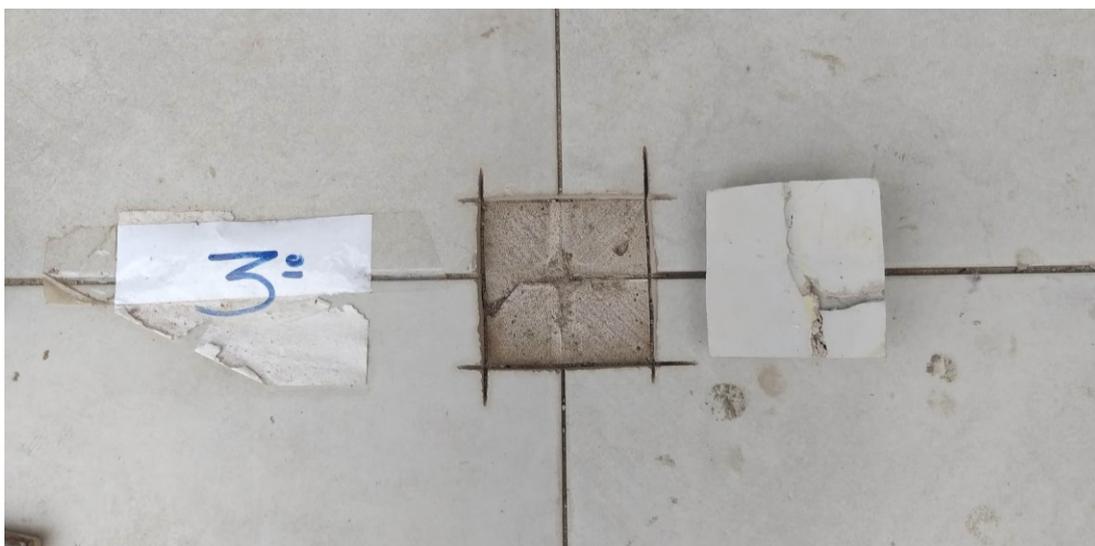


Fonte: Autor, 2020.

$$3 - 2,0 \text{ kgf / cm}^2 \quad \times \quad 0,035979591 \quad = \quad \mathbf{0,07 \text{ MPa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface placa cerâmica superior / argamassa colante

Figura 34– Forma de ruptura do terceiro corpo de prova da argamassa B



Fonte: Autor, 2020.

$$4- 2,0 \text{ kgf / cm}^2 \quad \times \quad 0,035979591 \quad = \quad \mathbf{0,07 \text{ Mpa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface placa cerâmica superior / argamassa colante.

Figura 35 – Forma de ruptura do quarto corpo de prova da argamassa A

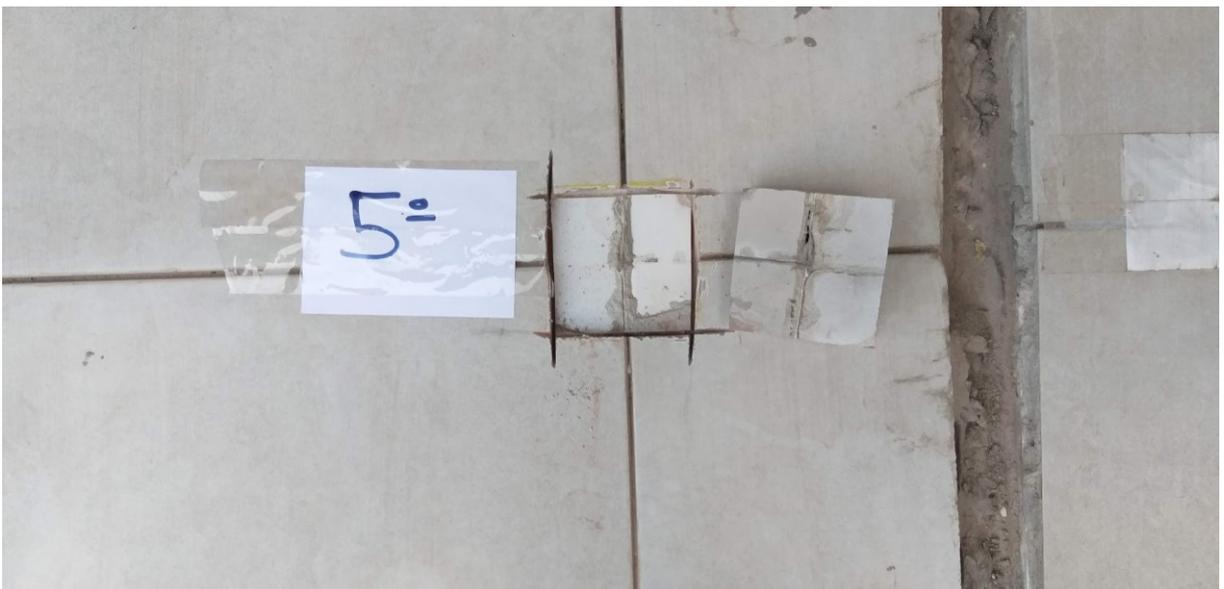


Fonte: Autor, 2020.

$$5 - 3,1 \text{ kgf / cm}^2 \times 0,035979591 = 0,11 \text{ MPa}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface argamassa colante / placa cerâmica inferior.

Figura 36 – Forma de ruptura do quinto corpo de prova da argamassa B



Fonte: Autor, 2020.

$$6 - 1,8 \text{ kgf / cm}^2 \quad \times \quad 0,035979591 \quad = \quad \mathbf{0,06 \text{ MPa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface argamassa colante / placa cerâmica inferior (50%)

Ruptura interface tardoz cerâmica inferior / argamassa colante inferior

Figura 37 – Forma de ruptura do sexto corpo de prova da argamassa B



Fonte: Autor, 2020.

Segundo a norma NBR 13.753 no seu item 5.11.7 - “Consideradas seis determinações da resistência de aderência, após a cura de 28 dias da argamassa colante utilizada no assentamento, pelo menos quatro valores devem ser iguais ou maiores que 0,3 MPa.” (ABNT, 1996).

Resultado FINAL: Não conforme segundo a norma NBR 13.753 (ABNT, 1996).

6.3 Área de testes 03 (Argamassa Piso sobre Piso C)

Os resultados obtidos no ensaio de arrancamento da primeira área de testes, no qual foi utilizada a argamassa colante piso sobre piso denominada hipoteticamente de C, foram os seguintes:

- RELATÓRIO DE ENSAIO

Data do ensaio: 17 de Fevereiro de 2020.

Seção dos corpos de prova (largura x comprimento): 100 mm x 100 mm

Tipo de corte: Executado através de serra mármore com 1.500 w de potência.

Profundidade do corte: 12,5 mm (9,5 mm do porcelanato + 3,0 mm do cordão de argamassa colante)

Leitura aparelho Constante de Arrancamento

1 - 8,3 kgf / cm² x 0,035979591 = **0,30 MPa**

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface placa cerâmica superior/ argamassa colante (60%).

Ruptura na interface esmaltada placa cerâmica inferior / argamassa colante (40%).

Figura 38 – Forma de Ruptura do primeiro corpo de prova da argamassa C

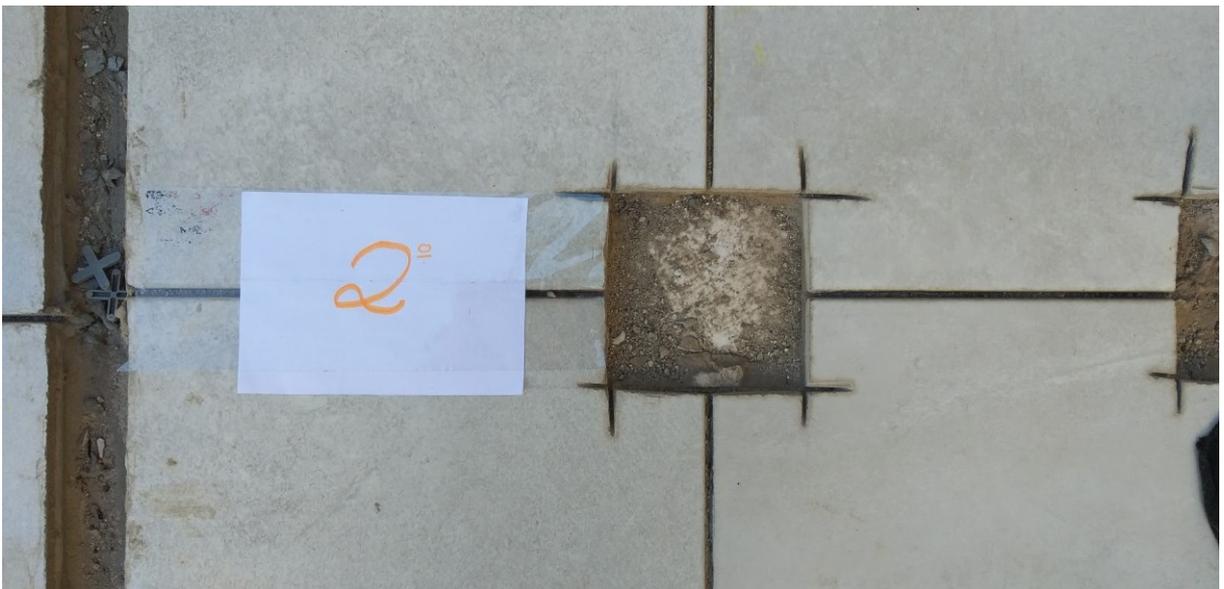


Fonte: Autor, 2020.

$$2 - 4,5 \text{ kgf / cm}^2 \quad \times \quad 0,035979591 \quad = \quad \mathbf{0,16 \text{ MPa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface entre argamassa colante/ placa cerâmica inferior.

Figura 39 - Forma de Ruptura do segundo corpo de prova da argamassa C



Fonte: Autor, 2020.

$$3 - 6,3 \text{ kgf / cm}^2 \quad \times \quad 0,035979591 \quad = \quad \mathbf{0,23 \text{ MPa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface placa cerâmica / argamassa colante (75%) e ruptura na interface pastilha / cola (25%).

Figura 40 – Forma de ruptura do terceiro corpo de prova da argamassa C

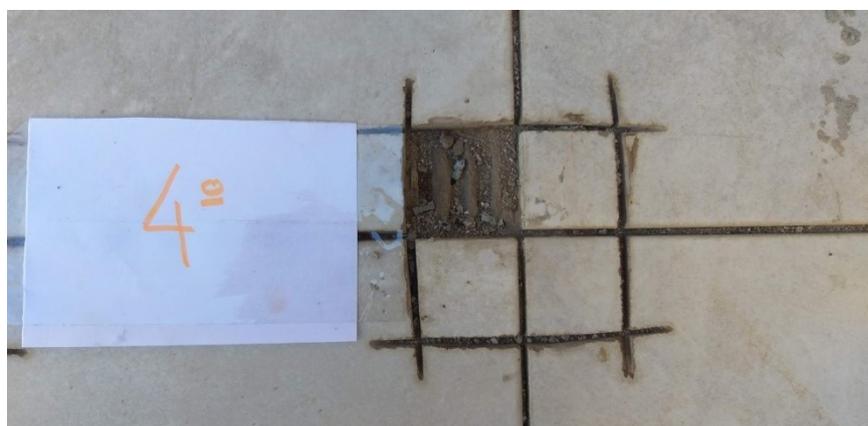


Fonte: Autor, 2020.

$$4 - 7,9 \text{ Kgf / cm}^2 \quad \times \quad 0,035979591 \quad = \quad \mathbf{0,28 \text{ MPa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface pastilha / cola (75%)
Ruptura na interface placa cerâmica superior / argamassa colante (25%).

Figura 41 – Forma de ruptura do quarto corpo de prova da argamassa C



Fonte: Autor, 2020.

Leitura aparelho Constante de Arrancamento

$$5 - 5,4 \text{ kgf / cm}^2 \quad \times \quad 0,035979591 \quad = \quad \mathbf{0,19 \text{ MPa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface argamassa colante / esmalte placa cerâmica inferior (75%) e ruptura na interface pastilha / cola (25%).

Figura 42 – Forma de ruptura do quinto corpo de prova da argamassa C

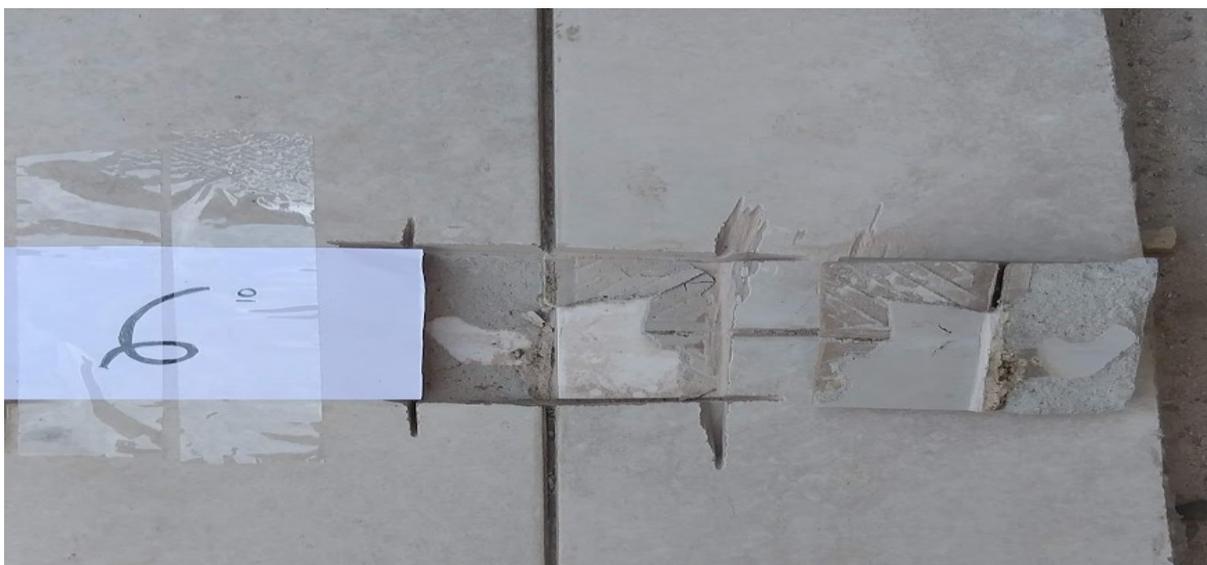


Fonte: Autor, 2020.

$$6 - 7,4 \text{ kgf / cm}^2 \quad \times \quad 0,035979591 \quad = \quad \mathbf{0,27 \text{ MPa}}$$

Forma de Ruptura do corpo de prova: Ruptura na interface argamassa colante / esmalte placa cerâmica inferior.

Figura 43 – Forma de ruptura do sexto corpo de prova da argamassa C



Fonte: Autor, 2020.

Segundo a norma NBR 13.753 no seu item 5.11.7 - “Consideradas seis determinações da resistência de aderência, após a cura de 28 dias da argamassa colante utilizada no assentamento, pelo menos quatro valores devem ser iguais ou maiores que 0,3 MPa.” (ABNT, 1996).

Resultado FINAL: Não conforme segundo a norma NBR 13.753 (ABNT, 1996).

6.4 Cálculos estatísticos

Através da análise dos resultados, podemos calcular a média aritmética e o desvio padrão através das seguintes fórmulas:

- Argamassa Piso sobre Piso A

$$\bar{x} = \frac{(X1 + X2 + X3 + \dots + Xn)}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{(0,07 + 0,07 + 0,06 + 0,15 + 0,38 + 0,39)}{6}$$

$$\bar{x} = 0,19$$

Desvio Padrão:

$$S = \frac{\sqrt{\sum (xi - \bar{x})^2}}{n}$$

Passos:

1) Cálculo da média:

$$\bar{x} = 0,19$$

2) Cálculo do quadrado da distância de cada dado até a média:

Tabela 05 – Cálculo do quadrado da distância de cada dado até a média da argamassa A

X	(X - \bar{x})²
0,07	$(0,07 - 0,19)^2 = 0,0144$
0,07	$(0,07 - 0,19)^2 = 0,0144$
0,06	$(0,06 - 0,19)^2 = 0,0169$
0,15	$(0,15 - 0,19)^2 = 0,0016$
0,38	$(0,38 - 0,19)^2 = 0,0361$
0,39	$(0,39 - 0,19)^2 = 0,04$

Fonte: Autor, 2021.

3) Soma dos quadrados das distancias:

$$S = \frac{\sqrt{0,0144 + 0,0144 + 0,0169 + 0,0016 + 0,0361 + 0,04}}{6}$$

$$S = \frac{\sqrt{0,1234}}{6}$$

4) Divisão pelo número de dados:

$$S = \sqrt{0,02057}$$

5) Calculo da raiz quadrada

$$S = 0,1434$$

- Argamassa Piso sobre Piso B

$$\bar{x} = \frac{(X1 + X2 + X3 + \dots + Xn)}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{(0,15 + 0,16 + 0,07 + 0,07 + 0,11 + 0,16)}{6}$$

$$\bar{x} = 0,12$$

Desvio Padrão:

$$S = \frac{\sqrt{\sum(xi - \bar{x})^2}}{n}$$

Passos:

1) Cálculo da média:

$$\bar{x} = 0,12$$

2) Cálculo do quadrado da distância de cada dado até a média:

Tabela 06 – Cálculo do quadrado da distância de cada dado até a média da argamassa B

X	$(X - \bar{x})^2$
0,15	$(0,15 - 0,12)^2 = 0,0009$
0,16	$(0,16 - 0,12)^2 = 0,0016$
0,07	$(0,07 - 0,12)^2 = 0,0025$
0,07	$(0,07 - 0,12)^2 = 0,0025$
0,11	$(0,11 - 0,12)^2 = 0,0001$
0,16	$(0,16 - 0,12)^2 = 0,0016$

Fonte: Autor, 2021.

3) Soma dos quadrados das distancias:

$$S = \frac{\sqrt{0,0009 + 0,0016 + 0,0025 + 0,0025 + 0,0001 + 0,0016}}{6}$$

$$S = \frac{\sqrt{0,0092}}{6}$$

4) Divisão pelo número de dados:

$$S = \sqrt{0,00153}$$

5) Cálculo da raiz quadrada

$$S = 0,039$$

- Argamassa Piso sobre Piso C

$$\bar{x} = \frac{(X1 + X2 + X3 + \dots + Xn)}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{(0,30 + 0,16 + 0,23 + 0,28 + 0,19 + 0,27)}{6}$$

$$\bar{x} = 0,24$$

Desvio Padrão:

$$S = \frac{\sqrt{\sum (xi - \bar{x})^2}}{n}$$

Passos:

1) Cálculo da média:

$$\bar{x} = 0,24$$

2) Cálculo do quadrado da distância de cada dado até a média:

Tabela 07 – Cálculo do quadrado da distância de cada dado até a média da argamassa C

X	(X - \bar{x})²
0,30	$(0,30 - 0,24)^2 = 0,0036$
0,16	$(0,16 - 0,24)^2 = 0,0064$
0,23	$(0,23 - 0,24)^2 = 0,0001$
0,28	$(0,28 - 0,24)^2 = 0,0016$
0,19	$(0,19 - 0,24)^2 = 0,0025$
0,27	$(0,27 - 0,24)^2 = 0,0009$

Fonte: Autor, 2021.

3) Soma dos quadrados das distancias:

$$S = \frac{\sqrt{0,0036 + 0,0064 + 0,0001 + 0,0016 + 0,0025 + 0,0009}}{6}$$

$$S = \frac{\sqrt{0,0151}}{6}$$

4) Divisão pelo número de dados:

$$S = \sqrt{0,00252}$$

5) Calculo da raiz quadrada

$$S = 0,05$$

6.5 Quadro resumo dos resultados experimentais

Podemos sintetizar os valores dos resultados dos testes de arrancamento conforme tabela 04.

Tabela 08 – Resistências de Aderência

	Resistência de Aderência (MPa) Argamassa A	Resistência de Aderência (MPa) Argamassa B	Resistência de Aderência (MPa) Argamassa C
Arrancamento 01	0,07	0,15	0,30
Arrancamento 02	0,07	0,16	0,16
Arrancamento 03	0,06	0,07	0,23
Arrancamento 04	0,15	0,07	0,28
Arrancamento 05	0,38	0,11	0,19
Arrancamento 06	0,39	0,16	0,27
Média	0,19	0,12	0,24
Desvio Padrão	0,14	0,04	0,05

Fonte: Autor, 2021.

6.6 Microscopia óptica digital

As amostras obtidas nas três áreas de ensaio foram analisadas através de um microscópio óptico digital, conforme figura 44.

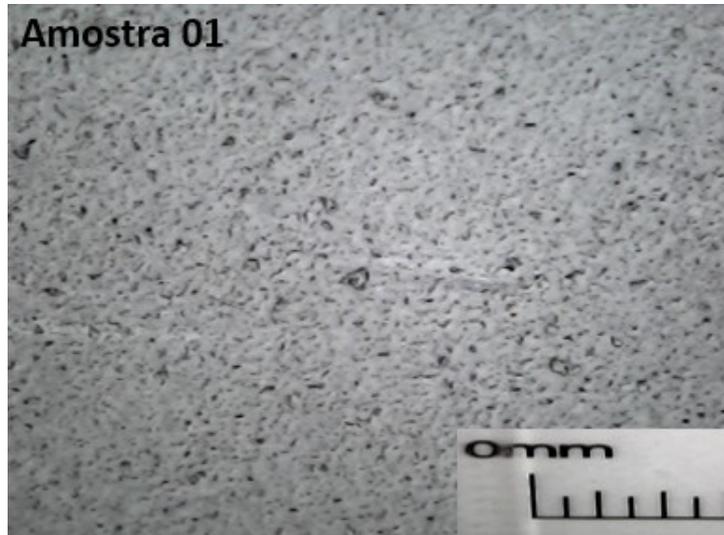
Figura 44 – Microscópio Óptico Digital



Fonte: Autor, 2020.

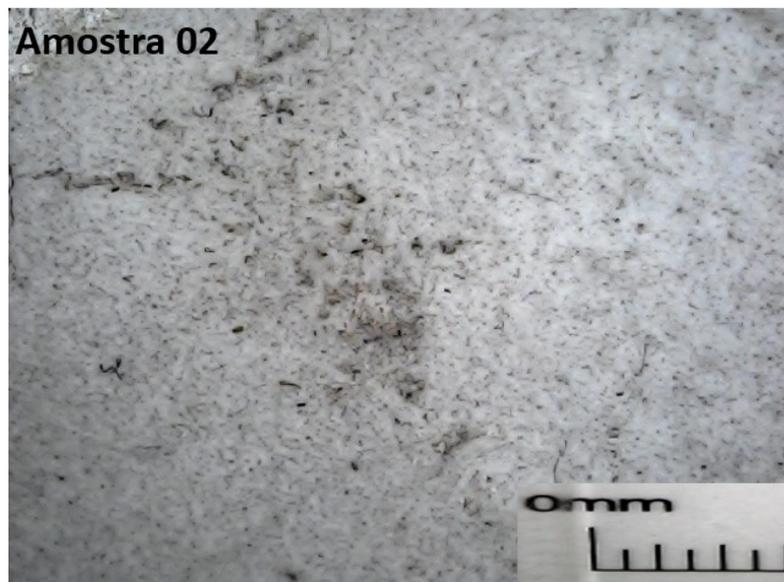
Observou-se que os corpos de prova que apresentavam menor resistência, possuíam menor porosidade superficial aparente, conforme figuras 01, 02 e 03.

Figura 45 - Amostra 01



Fonte: Autor, 2020.

Figura 46 – Amostra 02



Fonte: Autor, 2020.

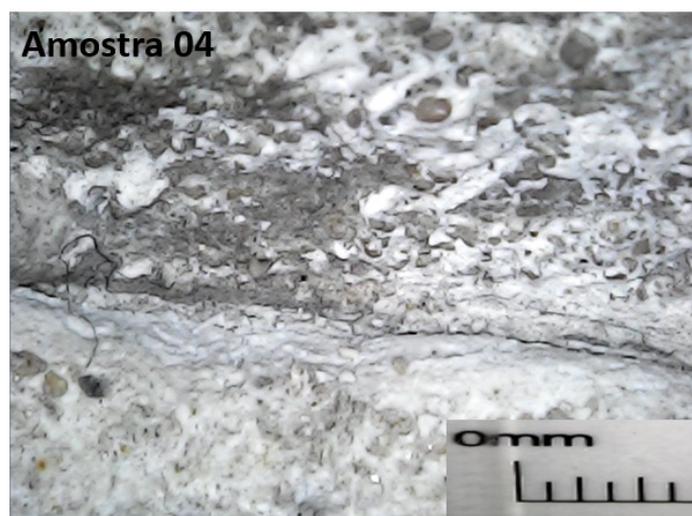
Figura 47 – Amostra 03



Fonte: Autor, 2020.

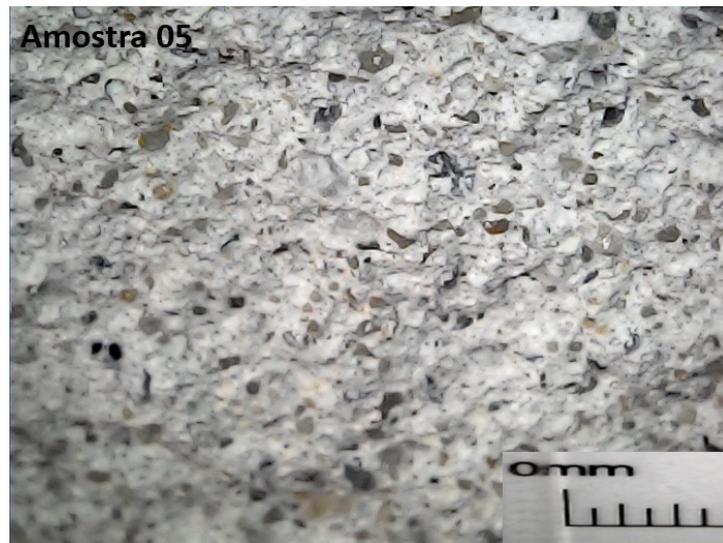
Os corpos de prova que apresentavam uma maior porosidade tiveram desempenho mais elevado de resistência de aderência, conforme figuras 04, 05 e 06. Acredita-se que isso ocorra, pois corpos de prova com uma melhor porosidade favorecem o microagulhamento da argamassa e conseqüentemente seu poder de aderência e fixação.

Figura 48 – Amostra 04



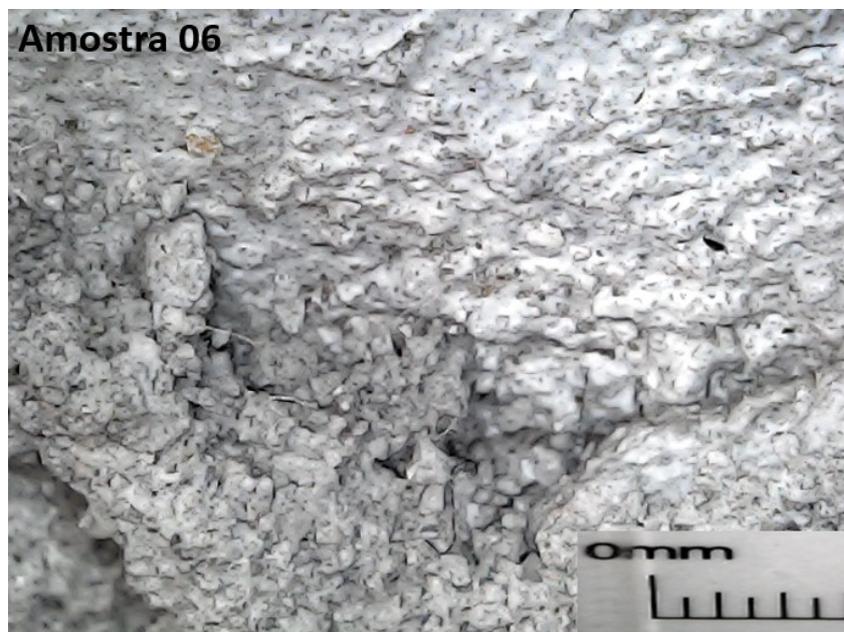
Fonte: Autor, 2020.

Figura 49 – Amostra 05



Fonte: Autor, 2020.

Figura 50 – Amostra 06



Fonte: Autor, 2020

7. ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES

Segundo a norma NBR 13.753 no seu item 5.11.7 - “Consideradas seis determinações da resistência de aderência, após a cura de 28 dias da argamassa colante utilizada no assentamento, pelo menos quatro valores devem ser iguais ou maiores que 0,3 MPa.” (ABNT, 1996). Nenhuma das três argamassas piso sobre piso atenderam ao preconizado em norma, onde quatro valores devem ser iguais ou maiores que 0,3 MPa.

Através dos cálculos estatísticos, foi verificado que a Argamassa A possui valor médio de resistência de 0,19 MPa, a Argamassa B de 0,12 MPa e a argamassa C de 0,24 MPa. Já em relação ao desvio padrão, a argamassa B foi a que apresentou resultados mais homogêneos, possuindo um desvio padrão de 0,039, seguido pela argamassa C, com desvio padrão de 0,05. A argamassa A foi a que apresentou valores mais dispersos, com um desvio padrão de 0,01434.

Através da análise no microscópico óptico digital, notou-se que os corpos de prova que apresentavam menor resistência de aderência, possuíam menor porosidade superficial aparente e os corpos de prova que apresentavam uma maior porosidade, tiveram desempenho mais elevado de resistência de aderência. Logo, nota-se a necessidade de um maior estudo e caracterização das argamassas piso sobre piso, além de uma revisão da norma atual para que passe a abrangê-las.

8. CONCLUSÃO

Nenhuma das três argamassas piso sobre piso atenderam ao preconizado em norma, onde quatro valores devem ser iguais ou maiores que 0,3 MPa. A argamassa B foi a que apresentou menores valores de resistência, além de som cavo a percussão após o assentamento do revestimento cerâmico, apesar de prometer a sobreposição de peças internas e externas de até 120 cm x 120 cm, maior formato das três argamassas piso sobre piso estudadas. A argamassa piso sobre piso A foi a que apresentou valores intermediários, prometendo a sobreposição de peças internas de até 80 cm x 0,80 cm e externas de até 60 cm x 60 cm. A argamassa C foi a que apresentou os melhores valores de resistência, prometendo a sobreposição de peças internas e externas de até 80 cm x 80 cm. Através da análise no microscópico óptico digital, notou-se que os corpos de prova que apresentaram menores valores de resistência de aderência, possuíam menor porosidade superficial aparente e os corpos de prova que apresentavam uma maior porosidade tiveram desempenho mais elevado de resistência de aderência. Logo, nota-se a necessidade de um maior estudo e caracterização das argamassas piso sobre piso, além de uma revisão da norma atual para que passe a abrangê-las.

9. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão de trabalhos futuros, sugere-se a realização de uma microscopia eletrônica de varredura (MEV) com Espectroscopia por energia dispersiva (EDS). Avaliar as condições do substrato através de tratamento mecânico, lixamento, dentre outros. Variar as dimensões das placas de revestimento, para avaliar qual influência nos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.839 - Argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos – Caracterização reológica pelo método squeeze flow.** Rio de Janeiro, págs. 1 a 6, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.081-1 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 01 – Requisitos.** Rio de Janeiro, págs. 1 a 5, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.992 - A.R. - Argamassa a base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas - Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro, págs, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.753/1996 - Revestimento de Piso Interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento.** Rio de Janeiro, págs. 1 a 19, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.818/1996 - Placas cerâmicas para revestimento - Especificações e Métodos de Ensaio.** Rio de Janeiro, págs. 1 a 78, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.463/2013 – Placas cerâmicas para revestimento - Porcelanato.** Rio de Janeiro, págs. 1 a 11, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575/2013 - Edificações Habitacionais - Desempenho. Parte 03: Requisitos para os sistemas de pisos.** Rio de Janeiro, págs.

A.E.F.S. Almeida, E.P. Sichieri – Propriedades microestruturais de argamassa de cimento Portland utilizadas na fixação de porcelanato. *Cerâmica*, n°52, págs 174-179, 2006.

Caderno de Encargos UFMG para a obra do centro de atividades didáticas do Centro de Atividades Didáticas das Ciências Exatas - CAD 03. LIMA, Tatiana e CALVO, Luis Felipe. Novembro de 2011, revisão 02.

BARRETO, M.F.O, BRANDÃO, P.R.G. Avaliação da resistência de aderência à tração de argamassas de cimento Portland novas e envelhecidas. 21° CBECIMAT – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, págs 1132 a 1141, 09 a 13 de Novembro de 2014, Cuiabá, MT, Brasil.

COSTA, M.R.M.M., PEREIRA, E, PILEGGI, R.G, CINCOTTO, M.A. Study of the influential factors on the rheological behavior of adhesive mortar available in the market. *Ibracon Structures and Materials Journal*, volume 6, number 3, p. 399-413, June 2013.

F.H.B. VAZ, H. CARASEK – Resistência de aderência de revestimentos de argamassa – contribuição por meio de mapeamento e revisão sistemática de literatura para futuras pesquisas no tema. *Cerâmica* n° 65, págs 303-318, 2019.

GRILLO, K. V. F. Análise Comparativa da Aderência de Tipos Rochosos Assentados Com Três Argamassas. São Carlos, 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

HE, Daihua, PhD., WANG Peiming, LIU Ping, LIU Xinkuan. Interface Bond Mechanism of EVA-Modified Mortar and Porcelain Tile. Journal of Materials in Civil Engineering, ASCE, June 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2017. Seção C, Divisão 23, Grupo 234, Fabricação de Produtos Cerâmicos.

KUDO, Elisabete Kioko, CARDOSO, Fábio Alonso, PILEGGI, Rafael Giuliano – Avaliação de argamassas colantes por reometria rotacional. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.13, n.2, p. 125-137, abr. / jun. 2013.

NOGAMI, Lizandra, et al – Adhesive mortars for stone plate bonding. Bull Eng Geol Environ, n° 74, págs 1489-1497, 2015.

PEREIRA, Eduardo - Estudo da influência de argamassas colantes na resistência de aderência de revestimentos cerâmicos aplicados no assentamento de piso sobre piso / Eduardo Pereira - Curitiba, 2012. 174f.: il., tab., grafs.

PEREIRA, Eduardo, SILVA, Issac José da, COSTA, Marianne do Rocio de Mello Maron da - Avaliação dos Mecanismos de Aderência entre argamassa colante e substrato não poroso. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.13, n.2, p.139-149, abr./jun. 2013,

PETIT, Jean-Yves, WIRQUIN, Eric. Evaluation of various cellulose ethers performance in ceramic tile adhesive mortars. International Journal of Adhesion e Adhesives, n° 40, págs 202 a 209, 2013.

PÓVOAS, Yêda Vieira, JONH, Vanderley Moacyr, CINCOTTO, Maria Alba. Influência da perda de água por evaporação na resistência de aderência entre argamassa colante e placa cerâmica. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 7-18, abr./jun. 2002.

Como assentar um revestimento cerâmico novo sobre antigo. **Quartzolit**, 2021. Disponível em:<<https://www.quartzolit.weber/argamassas-e-rejuntas-quartzolit/como-assentar-um-revestimento-ceramico-novo-sobre-um-antigo>>. Acesso em: 16 de fev. de 2021.