



**ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO, UTILIZANDO A
TÉCNICA DE ASSENTAMENTO CERÂMICO DE PISO SOBRE PISO**

CURITIBA
2015



CARLOS GERMAN FLORES
CLAUDIO CESAR WAJDOWICZ

**ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO, UTILIZANDO A
TÉCNICA DE ASSENTAMENTO CERÂMICO DE PISO SOBRE PISO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós Graduação em Patologia das Obras Civas, Pós-Graduação *lato sensu*, do Instituto IDD como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialista em Patologia nas Obras Civas.

Orientador: Professor Kirke Andrew Wrubel
Moreira

CURITIBA
2015

AGRADECIMENTOS

A empresa Daher Tecnologia, pela contribuição na realização dos ensaios de arrancamento.

Aos Engenheiros e Professores Luis César S. De Luca, M.Sc. e César Henrique S. Daher, M.Sc. pela ajuda na escolha do tema deste trabalho.

Ao Engenheiro Flávio Goes pela contribuição na execução dos modelos que foram necessários para a realização do ensaio contido neste trabalho.

A empresa Stecla Engenharia, pelo espaço cedido para realização do ensaio nos modelos.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo verificar a resistência a tração de uma argamassa colante no sistema piso sobre piso, quando submetidas há três tipos diferentes de superfícies de peças cerâmicas, sejam elas, superfície cerâmica esmaltada, superfície acetinada e superfície antiderrapante. Para este trabalho o qual faz uma análise da técnica de assentamento no sistema piso sobre piso, foi utilizada como referência dos parâmetros a serem atingidos a Norma 14081:1 (ABNT, 2012), pois não há atualmente uma Norma específica para parametrizar esta técnica. Para a realização do ensaio foram construídos para cada tipo de superfície cerâmica, três modelos para a realização do ensaio de arrancamento, com o auxílio do equipamento Aderímetro e com base nas normas disponíveis, principalmente a norma a NBR 14081:4 (ABNT, 2012), que trata do ensaio de arrancamento. Os resultados que foram obtidos após a realização do ensaio foram inferiores se comparados as recomendações da Norma 14081:1 (ABNT, 2012). Concluimos que o ponto de ruptura, para o ensaio de arrancamento, mais frágil do sistema é a interface revestimento base e argamassa piso sobre piso e também que quanto maior a rugosidade do revestimento base, maior será a resistência de aderência a tração do sistema piso sobre piso.

Palavra chave: argamassa colante piso sobre piso, NBR 14081 (ABNT:2012), piso cerâmico, técnica piso sobre piso, ensaio de arrancamento, Aderímetro.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 0-1 - MODELO DE APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO PISO SOBRE PISO, PEREIRA (2012)	12
FIGURA 2-1 – NÚMERO DE IMÓVEIS USADOS OFERTADOS EM CURITIBA, INPESPAR (2014)	14
FIGURA 2-2 – COMPARAÇÃO DE PREÇOS SISTEMA DE PISO. FONTE: CASA DA ÁGUA	15
FIGURA 3-1- FLUXOGRAMA 01 (O AUTOR)	17
FIGURA 3-2- COMPOSIÇÃO DOS MODELOS DE ENSAIOS (O AUTOR).....	18
FIGURA 3-3- MODELAGEM DOS CORPOS DE PROVA (O AUTOR).	19
FIGURA 4-1- SEÇÃO GENÉRICA DE UM PISO, NBR 13753 (ABNT, 1996)	20
FIGURA 4-2 – DIVISÃO DE CAMADAS DE UM REVESTIMENTO CERÂMICO, DAL BÓ (2012).....	22
FIGURA 4-3 – DESEMPENADEIRA NBR 13753 (ABNT, 1996)	39
FIGURA 4-4 – DISPOSIÇÕES DE ASSENTAMENTO, NBR 13753 (ABNT, 1996).	43
FIGURA 4-5– SEQUENCIA DE APLICAÇÃO DA ARGAMASSA COLANTE, NBR 13753 (ABNT, 1996).	47
FIGURA 4-6 – PASTA DE ARGAMASSA COLANTE, NBR 13753 (ABNT, 1996).	47
FIGURA 4-7- PREENCHIMENTO PRÉVIO DAS REENTRÂNCIAS DOS TARDOZ, NBR 13753 (ABNT, 1996).	48
FIGURA 4-8 – ALINHAMENTO DAS JUNTAS, NBR 13753 (ABNT, 1996)	51
FIGURA 4-9- REJUNTAMENTO DAS PLACAS CERÂMICAS, NBR 13753 (ABNT, 1996).	52
FIGURA 4-10 – ESQUEMA DE ENSAIO DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO SIMPLES (O AUTOR).	59

FIGURA 4-11 – ESTRUTURA DAS CAMADAS DO PISO SOBRE PISO, ADAPTADO, NBR 14081 (ABNT, 2012).....	60
FIGURA 4-12 – FORMAS DE RUPTURA, ADAPTADO DA NBR 14081 (ABNT, 2012)	60
FIGURA 4-13 – AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA, TRIOLA (1983)..	63
FIGURA 4-14 – AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA, TRIOLA (1983).	63
FIGURA 5-1 - CERÂMICA TIPO 01.....	64
FIGURA 5-2 - CERÂMICA TIPO 2.....	65
FIGURA 5-3 - CERÂMICA TIPO 3.....	65
FIGURA 5-4- EXECUÇÃO SUBSTRATO.....	66
FIGURA 5-5 – ESPARGIMENTO DE ÁGUA.	67
FIGURA 5-6 – PREPARO MECÂNICO.	67
FIGURA 5-7 – APLICAÇÃO ARGAMASSA COLANTE CAMADA 01..	68
FIGURA 5-8 – ASSENTAMENTO CAMADA INICIAL.....	69
FIGURA 5-9 – RESULTADO PRIMEIRA CAMADA TIPO 01.	69
FIGURA 5-10 – RESULTADO PRIMEIRA CAMADA TIPO 02.	70
FIGURA 5-11 - RESULTADO PRIMEIRA CAMADA TIPO 03.	70
FIGURA 5-12 – APLICAÇÃO DA ARGAMASSA CAMADA 02.....	71
FIGURA 5-13 – APLICAÇÃO DA ARGAMASSA NO TARDOZ.....	71
FIGURA 5-14 – ASSENTAMENTO CAMADA 02.	72
FIGURA 5-15 - ASSENTAMENTO CAMADA 02 / PARTE 2.....	72
FIGURA 5-16 – VISÃO GERAL.....	73
FIGURA 5-17 – MARCAÇÃO DOS PERÍMETROS DAS PLACAS METÁLICAS.....	74
FIGURA 5-18 - DISPOSIÇÃO DAS PLACAS METÁLICAS NO MODELO.....	74
FIGURA 5-19 – CORTE MECANICO DO PERÍMETRO DEMARCADO.	75
FIGURA 5-20 – LIMPEZA DAS IMPUREZAS.	75
FIGURA 5-21 – ASPECTO DO MODELO AO FINAL DA LIMPEZA....	76
FIGURA 5-22 – PREPARAÇÃO DA COLA	76
FIGURA 5-23 – APLICAÇÃO DA COLA.....	76
FIGURA 5-24 – LIMPEZA DO EPÓXI NOS CORTES PERIMETRAIS	77

FIGURA 5-25 – APECTO DO MODELO	77
FIGURA 5-26 – MODELO TIPO 01.....	77
FIGURA 5-27 – MODELO TIPO 02.....	78
FIGURA 5-28 – MODELO TIPO 03.....	78
FIGURA 5-29 - ADERÍMETRO.....	79
FIGURA 5-30 – ADERÍMETRO NO MODELO TIPO 01.....	79
FIGURA 5-31 - CERÂMICA TIPO 1-A.....	80
FIGURA 5-32 - CERÂMICA TIPO 1-B.....	80
FIGURA 5-33 - CERÂMICA TIPO 1-C.....	81
FIGURA 5-34 - CERÂMICA TIPO 2-A.....	81
FIGURA 5-35 - CERÂMICA TIPO 2-B.....	82
FIGURA 5-36 - CERÂMICA TIPO 2-C.....	82
FIGURA 5-37 - CERÂMICA TIPO 3-A.....	83
FIGURA 5-38 - CERÂMICA TIPO 3-B.....	83
FIGURA 5-39 - CERÂMICA TIPO 3-C.....	83

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 5-1 - APRESENTAÇÃO DADOS AMOSTRA TIPO 01...	86
GRÁFICO 5-2 – APRESENTAÇÃO DADOS AMOSTRA TIPO 02. .	89
GRÁFICO 5-3 - APRESENTAÇÃO DADOS AMOSTRA TIPO 03...	92
GRÁFICO 5-4 - MÉDIA DE TENSÕES DOS MODELOS.....	93

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.2. OBJETIVOS	13
1.2.1. Objetivo Geral	13
1.2.2. Objetivos Específicos.....	13
1.3. HIPÓTESE	13
2. JUSTIFICATIVAS	14
2.1. TECNOLÓGICAS.....	14
2.2. ECONÔMICAS.....	15
2.3. SOCIAIS.....	15
2.4. ECOLÓGICAS.....	16
3. METODOLOGIA.....	17
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
4.1. BASE PARA REVESTIMENTOS CERÂMICOS.....	20
4.2. REVESTIMENTO CERÂMICO	21
4.2.1. Definições	21
4.2.2. Classes de resistências a abrasão superficial (PEI – “ <i>Porcelain Enamel Institute</i> ”).....	23
4.2.3. Especificação e Métodos de ensaios prescritos na NBR 13818 (ABNT: 1997), para placas cerâmicas	24
4.3. ARGAMASSAS COLANTES	26
4.3.1. Argamassa Colante Industrializada.....	28
4.4. PROCEDIMENTOS E MAO DE OBRA PARA EXECUÇÃO DE PISOS CERÂMICOS.....	35
4.4.1. Definições	36
4.4.2. Planejamento dos trabalhos.....	41
4.4.3. Preparação do revestimento cerâmico.....	42
4.4.4. Preparo da Argamassa Colante.....	43
4.4.5. Juntas	44
4.4.6. Argamassa Colante.....	45

4.4.7.	Assentamento do revestimento cerâmico	48
4.4.8.	Rejuntamento das placas cerâmicas	51
4.4.9.	Proteção do revestimento cerâmico.....	53
4.4.10.	Limpeza do revestimento cerâmico recém-aplicado	54
4.5.	MANIFESTAÇÕES PATÓLOGICAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS.....	54
4.5.1.	Principais itens observados como Manifestações Patológicas em revestimentos cerâmicos	55
4.6.	ENSAIOS.....	58
4.7.	ESTATÍSTICA – NOÇÕES BÁSICAS	61
4.7.1.	População	61
4.7.2.	Amostra.....	61
4.7.3.	Técnicas de Amostragem	62
5.	DESENVOLVIMENTO	64
5.1.	PLANEJAMENTO.....	64
5.2.	EXECUÇÃO DOS MODELOS.....	66
5.2.1.	Moldagem de substrato.....	66
5.2.2.	Mão de obra para a aplicação dos revestimentos cerâmicos .	66
5.2.3.	Assentamento Camada Inicial	67
5.2.4.	Assentamento camada piso sobre piso	70
5.3.	ENSAIOS.....	73
5.3.1.	Marcação para o corte do Perímetro das Pastilhas Metálicas	73
5.3.2.	Realização do Corte do Perímetro para Colagem das Pastilhas metálicas	74
5.3.3.	Limpeza dos modelos	75
5.3.4.	Colagem das placas metálicas na base cerâmica	76
5.4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	84
5.4.1.	Resultado do ensaio placa cerâmica esmaltada.....	84
5.4.2.	Resultado do ensaio placa cerâmica acetinada.....	87
5.4.3.	Resultado do ensaio placa cerâmica antiderrapante	90
5.4.4.	Análise do ponto mais frágil de ruptura.....	92
5.4.5.	Análise comparativa entre do ensaio de arrancamento	93
5.4.6.	Comparativo entre os valores obtidos com trabalho publicado	94

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

1. INTRODUÇÃO

O trabalho consiste em verificar a resistência à tração de uma argamassa para o sistema piso sobre piso, utilizando os parâmetros da NBR 14081:4 (ABNT, 2012). Os estudos serão realizados através da técnica de assentamento piso sobre piso com argamassa colante piso sobre piso em três tipos de revestimentos cerâmicos.

A técnica piso sobre piso consiste na aplicação de um novo revestimento cerâmico por cima de outro revestimento cerâmico, conforme figura abaixo, com o objetivo de diminuir o tempo da construção ou reforma. Outra vantagem desta aplicação é a facilidade de instalação por evitar a quebra.

O intuito é determinar o coeficiente de atrito do piso existente que permite, sem ocasionar manifestações patológicas, a execução da técnica com a qualidade necessária.

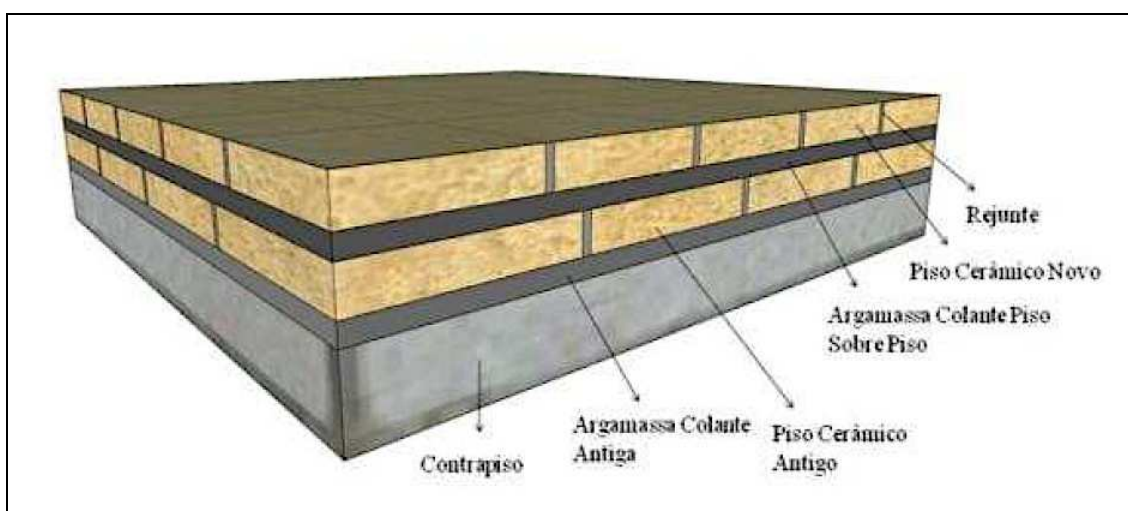


FIGURA 0-1 - MODELO DE APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO PISO SOBRE PISO, PEREIRA (2012)

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Uma argamassa colante existente no mercado indicada para o assentamento do sistema piso sobre piso, quando aplicada em três diferentes tipologias de acabamento superficial de peças cerâmicas atinge as resistências mínimas de arrancamento prescritas na NBR14081 (ABNT, 2012)?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Analisar através de ensaios e Normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) disponíveis, a resistência de uma argamassa colante utilizada para o serviço de assentamento de cerâmicas no sistema piso sobre piso, utilizando como base os três tipos de acabamento superficial de peças existentes no mercado.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Analisar e confrontar resultados obtidos do ensaio de arrancamento da argamassa colante para os três tipos de acabamentos de peças cerâmicas utilizadas como base do sistema piso sobre piso.
- b) Analisar e confrontar resultados obtidos do ensaio de arrancamento com a NBR 14081 (ABNT, 2012).
- c) Verificar o ponto de ligação mais frágil do sistema piso sobre piso no ensaio de arrancamento conforme NBR 14081 (ABNT, 2012).

1.3. HIPÓTESE

Após a realização do estudo, consideramos que os resultados definirão as resistências de tração média para cada tipo de acabamento superficial cerâmico analisado.

2. JUSTIFICATIVAS

O número de unidades habitacionais com potencial de reforma e utilização do sistema de argamassa piso sobre piso, pode ser extraído da pesquisa realizada pelo Instituto Paranaense de Pesquisa e Desenvolvimento do Mercado Imobiliário e Condominial – INPESPAR, onde está demonstra o número de habitações usadas que estão disponíveis para venda, ou seja, que possuem potencial para serem alteradas ou reformadas, a seguir figura que apresenta o número de habitações usadas disponíveis para compra no mercado habitacional de Curitiba no ano de 2014:

Meses / Tipos	Residencial	Comercial	Terrenos	Total Imóveis	Variação (%) do Total
Dezembro/2013	17.553	864	2.872	21.289	2,40
Janeiro/2014	17.622	864	2.856	21.342	0,25
Fevereiro/2014	17.593	858	2.822	21.273	-0,32
Março/2014	17.773	927	2.834	21.534	1,23
Abril/2014	20.210	1.105	3.002	24.317	12,92
Maior/2014	20.210	1.083	3.030	24.323	0,02
Junho/2014	19.129	1.036	3.058	23.223	-4,52
Julho/2014	18.075	1.027	3.056	22.158	-4,59
Agosto/2014	17.840	1.052	3.100	21.992	-0,75
Setembro/2014	17.282	1.023	3.108	21.413	-2,63
Outubro/2014	17.930	1.081	3.228	22.239	3,86
Novembro/2014	17.595	1.091	3.260	21.946	-1,32
Dezembro/2014	17.825	1.136	3.311	22.272	1,49
MÉDIA (12 meses)	18.257	1.024	3.055	22.336	

FIGURA 2-1 – NÚMERO DE IMÓVEIS USADOS OFERTADOS EM CURITIBA, INPESPAR (2014)

Neste item apresentam-se as justificativas para a pesquisa, a saber: tecnológicas, econômicas, sociais e ecológicas.

2.1. TECNOLÓGICAS

A verificação do comportamento do sistema de colagem piso sobre piso, é fundamental para que o executor possua segurança antes da escolha da técnica, realizando a comparação entre os parâmetros descritos na Norma para o sistema de colagem convencional de piso cerâmico, com o de colagem do sistema piso sobre piso.

2.2. ECONÔMICAS

A utilização da técnica proposta se justifica na maioria dos casos, pela redução da mão de obra e diminuição das etapas da reforma. Como exemplo: demolição, remoção de entulhos, geração e destinação de resíduos, limpeza e redução os ruídos oriundos das reformas. Conforme apresentado acima em Curitiba existem mais de vinte mil imóveis com potencial de utilização da técnica. Analisando a figura abaixo, verifica-se uma economia média de R\$ 1.075,00 reais/habitação.

Descrição dos Serviços/Materiais	Sistema Convencional	Sistema Piso Sobre Piso
Remover cerâmica e refazer contrapiso	R\$ 1.200,00	-
Materiais para contrapiso: cimento, areia, etc.	R\$ 400,00	-
Despesas com remoção de entulho (caçamba)	R\$ 60,00	-
Compra de nova cerâmica	R\$ 1.250,00	R\$ 1.250,00
Argamassa para nova cerâmica tipo AC 1	R\$ 175,00	-
Rejuntamento resinado flexível Cimenflex	R\$ 145,00	R\$ 145,00
Mão-de-obra para assentamento de cerâmica	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Primer Limpa Pisos e Azulejos Cimentolit	-	R\$ 10,00
Argamassa Piso Sobre Piso	-	R\$ 750,00
Total	R\$ 4.430,00	R\$ 3.355,00
Economia percentual de 20 a 30%		

* Os valores acima indicados são para uma obra de 100m² (uso interno), na região metropolitana de Campinas, segundo pesquisa realizada no primeiro semestre de 2003.

FIGURA 2-2 – COMPARAÇÃO DE PREÇOS SISTEMA DE PISO. FONTE: CASA DA ÁGUA

2.3. SOCIAIS

A solução proposta na técnica piso sobre piso trazem benefícios sociais por diminuir transtornos com os vizinhos devido à redução do ruído e tempo da reforma. A escolha pelo sistema piso sobre piso diminui em torno de três dias o cronograma das obras residências devido à ausência da necessidade de demolição do piso existente e reconstrução do contrapiso.

2.4. ECOLÓGICAS

A diminuição das etapas de construção gera um benefício para o meio ambiente devido à diminuição de resíduos durante a construção. Realizando uma estimativa de diminuição de uma caçamba, de 5 m³, por reforma. Analisando os dados do INPESPAR (2014), a utilização da técnica nos imóveis com disponibilidade para a venda, geraria uma redução de 100.000 m³ de resíduos gerados.

3. METODOLOGIA

Com o objetivo de determinar a resistência a tração, usaremos as metodologias de ensaios descritas na norma NBR 13753 (ABNT, 1996). Para o experimento será utilizado uma marca de argamassa colante piso sobre piso e três diferentes tipos revestimentos. A figura abaixo procura esclarecer o conceito que será utilizado no trabalho.

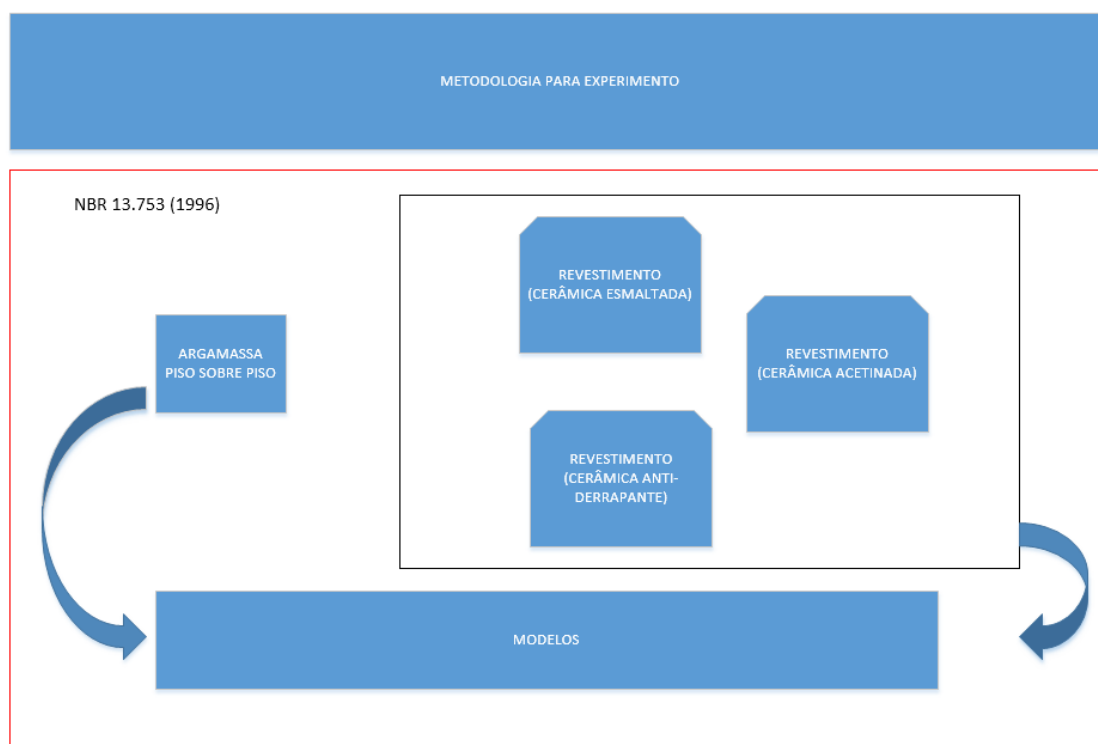


FIGURA 3-1- FLUXOGRAMA 01

Para o programa experimental serão efetuados ensaios em três diferentes tipos de composição do sistema piso sobre piso. Denominados TIPO 01 / TIPO 02 / TIPO 03. Dentro de cada composição serão executados os ensaios três vezes. Conforme fluxograma apresentado a seguir.

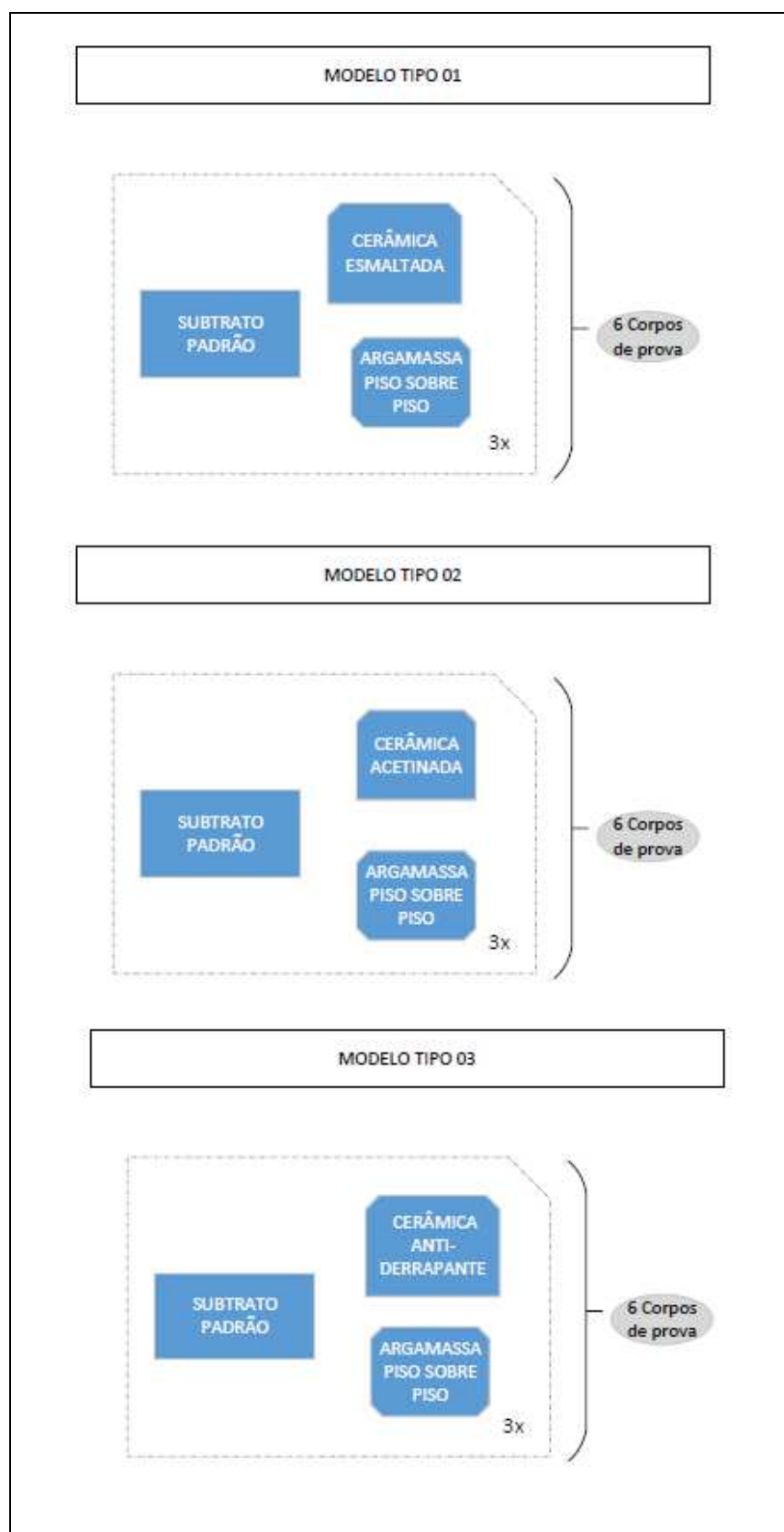


FIGURA 3-2- COMPOSIÇÃO DOS MODELOS DE ENSAIOS.

A modelagem das bases para extração dos corpos de prova será executada conforma figura 04. A NBR 14081 (ABNT, 2012) determina a metodologia para extração dos corpos de prova. Sendo de seção quadrada e com 5 cm de lado.

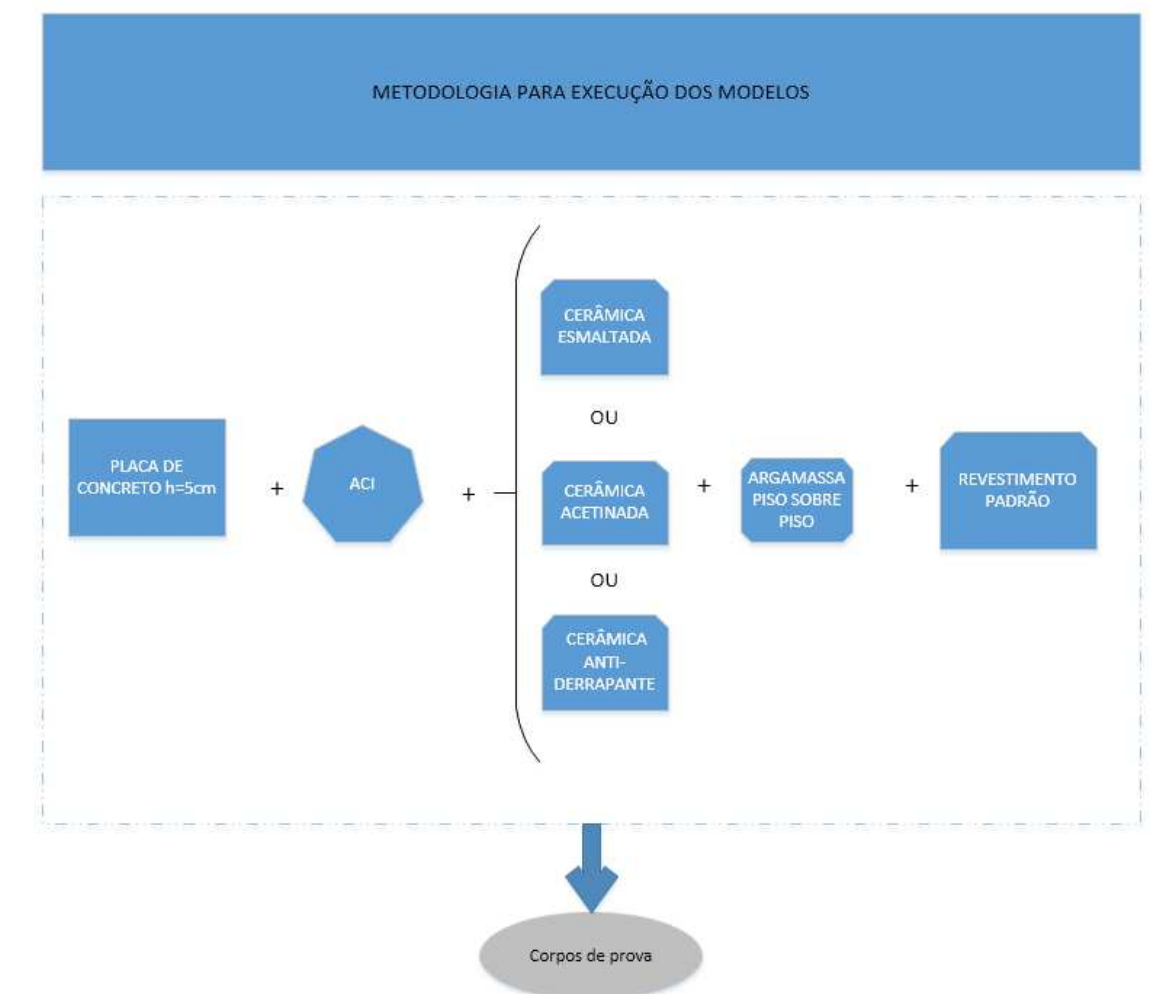


FIGURA 3-3- MODELAGEM DOS CORPOS DE PROVA .

O resultado dos ensaios nos informa a tensão de ruptura. Esta será analisada juntamente a NBR 14081 (ABNT, 2012) para conclusão dos resultados.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica tem como propósito esclarecer os conceitos verificados neste estudo. Neste tópico será discutido o revestimento cerâmico, definição, características e base de assentamento.

4.1. BASE PARA REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Uma placa de concreto simples ou armado, laje maciça de concreto armado ou laje mista, sobre qual serão aplicadas as camadas necessárias para o revestimento cerâmico. NBR 13753 (ABNT, 1996).

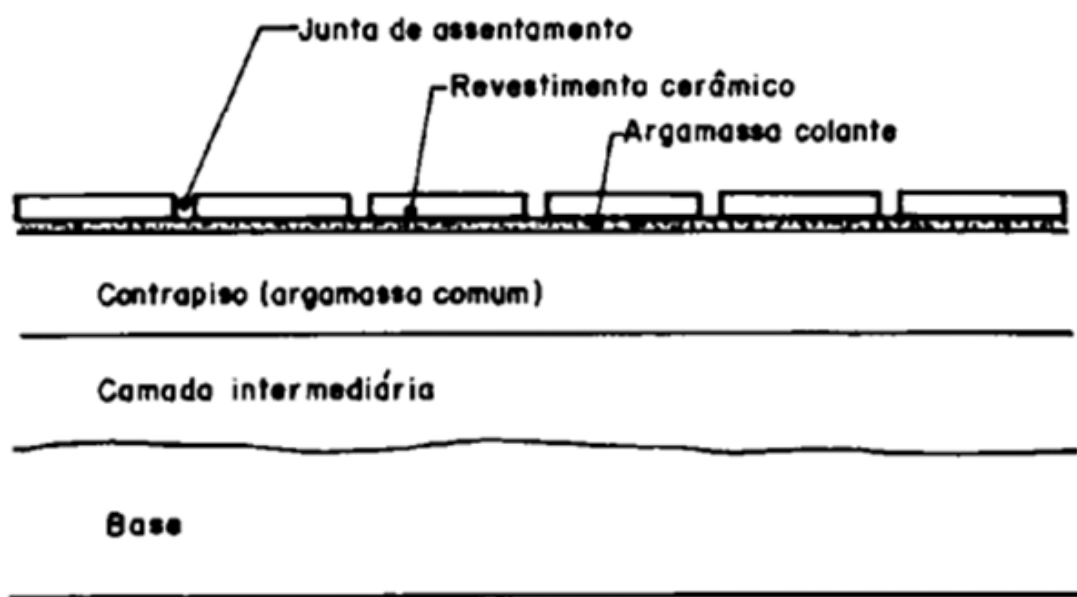


FIGURA 4-1- SEÇÃO GENÉRICA DE UM PISO, NBR 13753 (ABNT, 1996)

Conforme orientado, NBR 13753 (ABNT, 1996), o assentamento do revestimento deve ser executado somente após um período de cura de 28 dias após a execução do concreto e/ou 14 dias após a execução do contrapiso.

A superfície base deve ser convenientemente preparada para o recebimento das camadas de regularização Intermediária e do contrapiso. De maneira geral, a superfície da base não deve apresentar áreas muito lisas ou

úmidas, manchas de ferrugem, pulverulência ou impregnação com substâncias gordurosas. NBR 13753 (ABNT, 1996).

4.2. REVESTIMENTO CERÂMICO

As principais funções e características dos revestimentos cerâmicos são a durabilidade, facilidade de limpeza, qualidade de acabamento final, proteção dos elementos de vedação, estanqueidade à água e aos gases, segurança ao fogo e aspecto visual (REBELO, 2010).

A ABNT, agrupou em três conjuntos as normas para placas de revestimentos cerâmicos, conforme a seguir:

NBR 13816:1997 – Placas Cerâmicas para revestimento – <u>Terminologia;</u>
NBR 13817:1997 – Placas Cerâmicas para revestimento – <u>Classificação;</u>
NBR 13818:1997 – Placas Cerâmicas para revestimento – <u>Especificação e Métodos de Ensaio.</u>

TABELA 4-1- NORMAS DA ABNT VIGENTES SOBRE ARGAMASSAS COLANTES INDUSTRIALIZADAS PARA PLACAS CERÂMICAS (O AUTOR).

Abaixo serão abordadas as três Normas segundo suas aplicações.

4.2.1. Definições

a) Revestimento cerâmico

Conjunto formado pelas placas cerâmicas, pela argamassa de assentamento e pelo rejunte NBR 13816 (ABNT, 1997);

b) Placas cerâmicas para revestimento

Material composto de argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo conformadas por extrusão (representada pela letra A) ou por prensagem (representada pela letra B), podendo também serem conformadas por outros processos (representadas pela letra C). As placas são então secadas e queimadas a temperatura de sinterização. Podem ser esmaltadas ou não esmaltadas, em correspondência aos símbolos GL (*glazed*) ou UGL (*unglazed*). As placas são incombustíveis e não são afetadas pela luz NBR 13816 – (ABNT, 1997);

c) Engobe de cobertura

Cobertura argilosa com um acabamento fosco, que pode ser permeável ou impermeável, branca ou colorida NBR 13816 – (ABNT, 1997);

d) Esmalte

Cobertura vitrificada impermeável NBR 13816 – (ABNT, 1997);

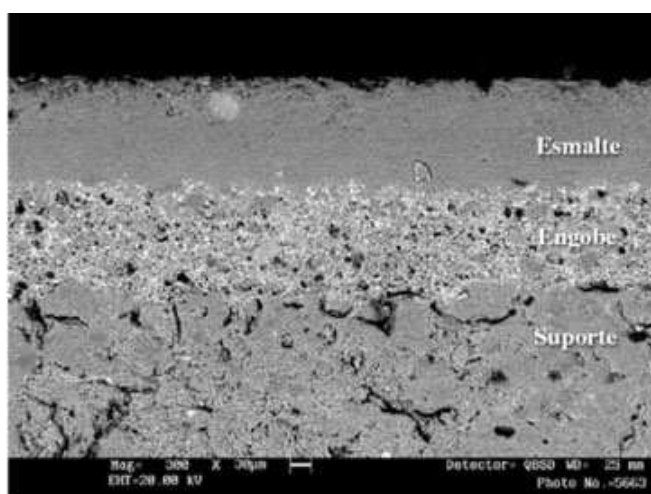


FIGURA 4-2 – DIVISÃO DE CAMADAS DE UM REVESTIMENTO CERÂMICO, DAL BÓ (2012)

e) Polimento

Acabamento mecânico aplicado sobre a superfície de um revestimento não esmaltado, resultando em uma superfície lisa, com ou sem brilho, não constituído por esmalte. Este representa a última fase do processo de fabricação de alguns produtos NBR 13816 (ABNT, 1997);

f) Extrudado ou marombado

Processo de fabricação de placas cerâmicas para revestimento, cujo corpo foi conformado no estado plástico em uma extrusora (maromba) para, a seguir ser cortado NBR 13816 (ABNT, 1997);

g) Prensado

Processo de fabricação de placas cerâmicas para revestimento cujo corpo foi conformado em prensas, a partir de uma mistura finamente moída NBR 13816 (ABNT, 1997).

4.2.2. Classes de resistências a abrasão superficial (PEI – “*Porcelain Enamel Institute*”)

As peças cerâmicas são classificadas segundo classes de resistências a abrasão superficial do esmalte da peça que tem a sigla PEI – *Porcelain Enamel Institute*, instituto este que regulamentou as normas para a classificação da resistência à abrasão superficial.

A seguir constam os cinco níveis classificados e um exemplo de correspondência de uso de cada classe em tipologias de ambientes, conforme INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia) (1998).

- a) PEI 1: Produto recomendado para ambientes residenciais onde se caminha geralmente com chinelos ou pés descalços. Exemplo: banheiros e dormitórios residenciais sem portas para o exterior.
- b) PEI 2: Produto recomendado para ambientes residenciais onde se caminha geralmente com sapatos. Exemplo: todas as dependências residenciais, com exceção das cozinhas e entradas.

- c) PEI 3: Produto recomendado para ambientes residenciais onde se caminha geralmente com alguma quantidade de sujeira abrasiva que não seja areia e outros materiais de dureza maior que areia (todas as dependências residenciais).
- d) PEI 4: Produto recomendado para ambientes residenciais (todas as dependências) e comerciais com alto tráfego. Exemplo: restaurantes, churrascarias, lojas, bancos, entradas, caminhos preferenciais, vendas e exposições abertas ao público e outras dependências.
- e) PEI 5: Produto recomendado para ambientes residenciais e comerciais com tráfego muito elevado. Exemplo: restaurantes, churrascarias, lanchonetes, lojas, bancos, entradas, corredores, exposições abertas ao público, consultório, outras dependências.

4.2.3. Especificação e Métodos de ensaios prescritos na NBR 13818 (ABNT: 1997), para placas cerâmicas

Conforme a NBR 13818 (ABNT, 1997), que fixa as características exigíveis para fabricação, marcação, declarações em catálogos, recebimento, inspeção, amostragem, ensaios opcionais complementares, métodos de ensaios e aceitação de placas cerâmicas para revestimento.

Esta norma possui os anexos que compõe os ensaios para placas cerâmicas, sejam eles:

- a) Análise visual do aspecto superficial;
- b) Determinação da absorção de água;
- c) Determinação da carga de ruptura e módulo de resistência a flexão;
- d) Determinação da resistência a abrasão superficial;
- e) Determinação da resistência a abrasão profunda;
- f) Determinação da resistência ao gretamento;
- g) Determinação da resistência ao manchamento;
- h) Determinação da resistência ao ataque químico;
- i) Determinação da expansão por umidade;

- j) Determinação do coeficiente de dilatação térmica;
- k) Determinação da resistência ao choque térmico;
- l) Determinação da resistência ao congelamento;
- m) Determinação do coeficiente de atrito;
- n) Determinação do teor de chumbo e cádmio;
- o) Determinação da resistência ao impacto;
- p) Determinação da diferença de tonalidade;
- q) Determinação das dimensões, da retitude dos lados, da ortogonalidade dos lados, da curvatura central, da curvatura lateral e do empeno;
- r) Grupos de absorção d'água;
- s) Procedimentos de amostragem e critérios de aceitação e rejeição;
- t) Determinação da dureza segundo a escala Mohs.

4.2.3.1. Determinação do Coeficiente de Atrito

Segundo a NBR 13818 (ABNT, 1997), o coeficiente de atrito dinâmico é determinado por meio de um deslizador que se movimenta a velocidade constante sobre uma superfície horizontal, sendo o equipamento utilizado para o ensaio o equipamento denominado de “Tortus”.

A resistência ao escorregamento (coeficiente de atrito): é uma propriedade intimamente relacionada com a segurança garantida ao usuário ao caminhar sobre o revestimento. Quanto maior o coeficiente de atrito, menor é o deslizamento. Esta característica antiderrapante deve ser investigada quando se tratar de áreas sujeitas à molhagem como pisos externos, áreas circundantes de piscinas, piscinas destinadas à fisioterapia e à prática de hidroginástica, rampas, degraus, banheiros, locais laváveis constantemente e áreas externas, além de ambientes públicos em geral e áreas industriais, ambientes hospitalares e laboratórios. Muitos dos pisos cerâmicos, esmaltados ou não esmaltados, apresentam rugosidades ou adição de cristais de óxido ou de areia abrasiva sobre sua superfície, o que aumenta substancialmente sua resistência ao escorregamento. O coeficiente de atrito dinâmico é considerado o parâmetro para mensurar o índice de escorregamento; maior atrito, menor

escorregamento. No entanto, quanto maior o coeficiente de atrito, mais áspera é a superfície e maior é a dificuldade de limpeza. Assim, o índice 01 de coeficiente de atrito seria ideal se considerado isoladamente. Mas, quando é necessário unir resistência ao escorregamento com a facilidade de limpeza, o ideal é ficar entre os limites de segurança apresentados na tabela abaixo:

COEFICIENTE DE ATRITO	
Valor	Indicações
0,4	Satisfatório para instalações normais
0,4 a 0,7	Recomendado para uso onde se requiere resistência ao escorregamento
> 0,7	Recomendado para locais onde o risco de escorregamento é muito intenso (exemplo: áreas externas em alicive ou declive).

TABELA 4-2 – COEFICIENTE DE ATRITO, ADAPTADO DA NBR 13818 (ABNT, 1997).

4.3. ARGAMASSAS COLANTES

No estudo realizado por Sabbatini; Medeiros (1999), estes definem que, os materiais adesivos têm como principal função permitir a aderência das placas cerâmicas aos substratos ou às outras camadas que lhe servem de bases. Estes materiais devem garantir os requisitos de segurança e durabilidade dos revestimentos cerâmicos estabelecidos no projeto. Hoje em dia, são as argamassas adesivas os materiais mais empregados para a execução de revestimentos cerâmicos. A principal vantagem desta argamassa reside basicamente no uso de camada fina no assentamento, permitindo a racionalização da execução e redução de custos. Além de simplificar a técnica de colocação das placas cerâmicas, dissociando os serviços de regularização do serviço de acabamento superficial, o uso adequado da argamassa adesiva proporciona as seguintes principais vantagens:

- a) maior produtividade no assentamento;
- b) manutenção das características dos materiais;
- c) maior uniformização do serviço;
- d) facilidade de controle;
- e) menor consumo de material;
- f) maior possibilidade de adequação às necessidades de projeto;
- g) grande potencial de aderência.

A argamassa adesiva segundo Sabbatini; Medeiros (1999), é um produto industrializado composto de uma mistura pré-dosada pulverulenta no estado seco, fornecida em sacos.

As argamassas monocomponentes, que apenas necessitam de água para sua utilização, são chamadas, em inglês, de *dry-set mortar*, enquanto que as argamassas que apresentam-se na forma de dois componentes ou partes, sendo uma pulverulenta e outra na forma de dispersão aquosa (aditivos), são denominadas de *latex-cement mortar* (TCA, *et al.*, 1995, *apud* SABBATINI;MEDEIROS, *et al.*, 1999). Já os adesivos de base não cimentícia são compostos de resinas orgânicas e cargas minerais e denominados em função do tipo de resina, conforme, Sabbatini; Medeiros (1999):

- a) pastas de resina, largamente utilizadas em outros países, são constituídas basicamente de adesivos sintéticos, principalmente as resinas vinílicas e acrílicas;
- b) resinas de reação, adesivos que possuem desempenho superior em relação a praticamente todos os demais tipos de materiais de fixação, geralmente constituídas por dois componentes, um adesivo e um catalisador.

A propriedade fundamental que diferencia as argamassas adesivas convencionais das argamassas tradicionais é a capacidade de retenção de água. É esta propriedade que permite que o material seja aplicado em camada

fina, sem perder, para a base ou para o ar, a quantidade de água necessária à hidratação do cimento Portland, SABBATINI; MEDEIROS (1999).

4.3.1. Argamassa Colante Industrializada

A Argamassa colante industrializada, produto que será utilizado, neste trabalho, é definida pela NBR 14081 (ABNT, 2012), como um produto industrial, no estado seco, composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, que, quando misturado com água forma uma pasta viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento.

Segundo Carasek (2007), a principal função da argamassa colante é colar a peça cerâmica ao substrato e absorver deformações naturais a que o sistema de revestimento cerâmico estiver sujeito.

As Normas da ABNT, vigentes, que tratam sobre as Argamassas Colantes Industrializadas para placas cerâmicas, são:

ABNT NBR 14081-1:2012 – Argamassa Colante Industrializada para assentamento de placas cerâmicas – <u>Parte 1: Requisitos;</u>
ABNT NBR 14081-2:2012 – Argamassa Colante Industrializada para assentamento de placas cerâmicas – <u>Parte 2: Execução do substrato-padrão e aplicação da argamassa para ensaios;</u>
ABNT NBR 14081-3:2012 – Argamassa Colante Industrializada para assentamento de placas cerâmicas – <u>Parte 3: Determinação do tempo em aberto;</u>
ABNT NBR 14081-4:2012 – Argamassa Colante Industrializada para assentamento de placas cerâmicas – <u>Parte 4: Determinação da resistência de aderência a tração;</u>
ABNT NBR 14081-5:2012 – Argamassa Colante Industrializada para assentamento de placas cerâmicas – <u>Parte 5: Determinação do deslizamento;</u>
ABNT NBR 14086:2004 – Argamassa Colante Industrializada para assentamento de placas cerâmicas – <u>Determinação da densidade de massa aparente;</u>

ABNT NBR 13755:1997 Errata 1:1997 – Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – <u>Procedimento</u>
ABNT NBR 13753:1996 – Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – <u>Procedimento</u>
ABNT NBR 13754:1996 – Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – <u>Procedimento</u> ;
ABNT NBR 13755:1996 Versão Corrigida:1997 – Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – <u>Procedimento</u>
ABNT NBR 15825:2010 – Qualificação de pessoas para a construção civil – Perfil profissional do assentador e do rejuntador de placas cerâmicas e porcelanato para revestimentos
ABNT NBR 13528:2010 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência a tração

TABELA 4-3 - NORMAS DA ABNT, VIGENTES, SOBRE ARGAMASSAS COLANTES INDUSTRIALIZADAS PARA PLACAS CERÂMICAS.

4.3.1.1. Tipos de Argamassas Colantes para assentamento de cerâmicas

Para efeito da Norma 14081 (ABNT, 2012) partes de 1 a 5, aplicam-se as seguintes definições:

- a) Argamassa colante industrializada – AC I

Argamassa colante industrializada com características de resistência as solicitações mecânicas e termoigrométricas típicas de revestimentos internos, com exceção daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais;

- b) Argamassa colante industrializada – AC II

Argamassa colante industrializada com características de adesividade que permitem absorver os esforços existentes em revestimentos de

pisos e paredes internos e externos sujeitos a ciclos de variação termoigrométrica e a ação do vento;

c) Argamassa colante industrializada – AC III

Argamassa colante industrializada que apresenta aderência superior em relação as argamassas dos tipos I e II;

d) Argamassa colante industrializada tipo E

Argamassa colante industrializada dos tipos I, II, e III, com tempo de aberto estendido;

e) Tempo em aberto

Maior intervalo de tempo para o qual uma placa cerâmica pode ser assentada sobre a pasta de argamassa colante, a qual proporcionará, após um período de cura, resistência a tração simples ou direta;

f) Resistência de aderência a tração

Resistência a ruptura por tração, em determinada idade e condições de cura do conjunto constituído por substrato-padrão, argamassa colante endurecida e placa cerâmica;

g) Substrato-padrão

Placa de concreto armado com determinada composição, dimensões, absorção e resistência, destinada a servir como base ou suporte, nos ensaios de argamassa colante industrializadas;

h) Deslizamento

Deslocamento vertical sofrido por uma placa cerâmica, sob ação de seu próprio peso, aplicada sobre argamassa colante ainda fresca;

i) Densidade de massa aparente

Relação entre a massa de determinada quantidade de argamassa colante no estado seco e solto e o seu volume.

4.3.1.2. Requisitos de Argamassas Colantes

As argamassas colantes industrializadas devem atender aos requisitos estabelecidos na tabela abaixo,

Propriedade	Método de ensaio	Unid	Argamassa Colante Industrializada			
			CI	CII	CIII	E
Tempo em aberto	ABNT NBR 14081-3	min	15	20	20	Argamassa do tipo I, II, III, com tempo em aberto estendido em no mínimo 10 min do especificado nesta tabela
Resistência de aderência à tração aos 28 dias, em:	ABNT NBR 14081-4	MPa MPa MPa	0,5	0,5	1,0	
- cura normal			$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	
- cura submersa			-	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	
- cura em estufa						
Deslizamento	ABNT NBR 14081-5	mm	0,7	0,7	0,7	
"O ensaio de deslizamento não é necessário para argamassa utilizada em aplicações com revestimento horizontal.						

TABELA 4-4 - REQUISITOS DE ARGAMASSAS COLANTES

Fonte: NBR 14081-1 (ABNT, 2012)

4.3.1.3. Propriedades da Argamassa no Estado Fresco

No estado fresco considera-se a composição da argamassa suspensa em forma de partículas sólidas concentradas, agregados, imersas em um líquido viscoso que assegura a coesão das partículas. (COSTA, 2006).

4.3.1.4. Massa Específica e teor de ar incorporado

Segundo Maciel; Barros e Sabbatini (1998), “o teor de ar é a quantidade de ar existente num certo volume de argamassa. À medida que cresce o teor de ar, a massa específica relativa da argamassa diminui”. A trabalhabilidade da argamassa melhora a medida que o teor de ar aumenta sendo inversamente proporcional a massa específica que diminui.

4.3.1.5. Trabalhabilidade

Conforme Carasek (2007),

“Trabalhabilidade é propriedade das argamassas no estado fresco que determina a facilidade com que elas podem ser misturadas, transportadas, aplicadas, consolidadas e acabadas, em uma condição homogênea.”

Segundo a autora, uma boa trabalhabilidade resume-se a uma boa aderência à base, acabamento superficial especificado devido a boa aplicação.

Sendo uma resultante de diversas propriedades da argamassa, a trabalhabilidade é considerada uma propriedade complexa CARASEK (2007). Dentre elas estão consistência, plasticidade, retenção de água, coesão, exsudação, densidade da massa e adesão inicial.

4.3.1.6. Retenção de água

Segundo Carasek (2007) a capacidade da argamassa fresca manter a sua trabalhabilidade, associa-se à propriedade de retenção de água, sendo está sujeita a perdas de água de amassamento por evaporação ou absorção de água na base. Esta propriedade tem um valor de importância maior quando o substrato é de alta sucção de água, interferindo na trabalhabilidade da argamassa.

Densidade é outro fator importante quando se fala em trabalhabilidade. Quanto mais leve for uma argamassa mais trabalhável ela será, facilitando a aplicação.

4.3.1.7. Adesão Inicial

Carasek (2007) afirma, “A adesão inicial, também denominada de ‘pegajosidade’, é a capacidade de união inicial da argamassa no estado fresco a uma base”.

4.3.1.8. Retração na secagem

O processo de endurecimento ocorre com a perda de água na argamassa que resulta na diminuição do volume. A retração excessiva causa fissuras na argamassa (SANTOS, 2008).

De acordo com Carasek (2007), a retração tem um papel extremamente importante para um bom desempenho da argamassa aplicada, principalmente nos requisitos de estanqueidade e durabilidade. Este mecanismo complexo é associado à variação do volume de pasta aglomerante.

4.3.1.9. Propriedades da Argamassa no Estado Endurecido

a) Aderência

Segundo Carasek (2007), “O termo aderência é usado para descrever a resistência e a extensão do contato entre argamassa e uma base”. Ela ainda explicita que a aderência é o resultado de um conjunto de características: Resistência de aderência à tração, ao cisalhamento e a extensão de aderência, ou seja, área de contato efetivo.

b) Capacidade de absorção e deformação

É a propriedade de a argamassa sofrer deformações, quando aplicadas tensões, sem apresentar rupturas que comprometam o acabamento, aderência, estanqueidade e durabilidade. MACIEL; BARROS; SABBATINI, 1998).

- Resistência mecânica

Conforme Carasek (2007), o conjunto revestimento/argamassa no estado endurecido deve suportar os mais variados esforços mecânicos, sendo tensões de tração, compressão e cisalhamento. A aderência é o resultado da interação de ambos materiais, argamassa substrato e argamassa revestimento cerâmico.

Segundo a NBR 14081 (ABNT, 2012) a resistência de aderência à tração é a resistência à ruptura por tração, em determinada idade e condições de cura do conjunto constituído por substrato-padrão, argamassa colante endurecida e placa cerâmica.

- Durabilidade

É a propriedade que a argamassa apresenta para resistir ao ataque de meios e agentes agressivos, mantendo suas características físicas e

mecânicas inalteradas com o decorrer do tempo e de sua utilização, SANTOS (2008).

4.4. PROCEDIMENTOS E MAO DE OBRA PARA EXECUÇÃO DE PISOS CERAMICOS

A ABNT, possui duas Normas vigentes para procedimentos de execução de pisos cerâmicos conforme apresentado na tabela abaixo:

ABNT NBR 9817:1987 – Execução de Revestimento Cerâmico - Procedimento;
ABNT NBR 13753:1996 – Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento

TABELA 4-5 - NORMAS DA ABNT, VIGENTES, SOBRE PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DE PISOS CERÂMICOS.

A Norma NBR 9817 (ABNT, 1987), que trata da execução de revestimento cerâmico, foi elaborada visando ao atendimento da execução de argamassas não industrializadas, ou seja, argamassas formuladas a partir da composição dos aglomerantes, possíveis aditivos e água de amassamento, bem como procedimentos adicionais necessários para execução de assentamento de pisos cerâmicos seguindo tal procedimento, o que não será abordado no objeto deste trabalho, pois atualmente existe a NBR 13753 (ABNT, 1996), que trata do Procedimento para execução de revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante, que é o foco deste trabalho, pois a muitas décadas o mercado nacional vem utilizando argamassas colantes industrializadas para o assentamento de revestimentos cerâmicos. Da Norma NBR 9817 (ABNT, 1987), serão utilizadas as definições que se aplicam de igual forma na Norma NBR 13753 (ABNT, 1996).

4.4.1. Definições

A Norma NBR 13753 (ABNT, 1996), estabelece os requisitos para a execução, fiscalização e recebimento de revestimentos de pisos externos e internos com placas cerâmicas assentadas com argamassa colante.

Para efeito das definições da Norma NBR 13753 (ABNT, 1996), aplicam-se as seguintes definições:

a) Argamassa colante

Mistura constituída de aglomerantes hidráulicos, agregados minerais e aditivos, que possibilita, quando preparada em obra com a adição exclusiva de água, a formação de uma pasta viscosa, plástica e aderente;

b) Base

Substrato constituído por camada de concreto simples ou armado, laje maciça de concreto armado ou laje mista, sobre a qual são aplicadas as camadas necessárias ao assentamento de revestimento cerâmico com argamassa colante;

c) Camada intermediária

Camada eventualmente aplicada entre a base e o contrapiso, ou piso morto, com uma ou mais das seguintes finalidades: regularização da base, correção da cota e/ou do caimento do piso, impermeabilização, embutimento das canalizações, isolamento térmica ou separação entre a base e o contrapiso;

d) Camada de enchimento

Tipo de camada intermediaria cuja função é encher o desnível das lajes rebaixadas ou elevar o nível do piso, ou embutir canalizações e/ou atuar como isolamento térmica;

e) Camada de impermeabilização

Tipo de camada intermediaria cuja função é promover a estanqueidade do piso, impedindo a ascensão da umidade do solo e inibindo a formação de eflorescências, ou a infiltração de águas superficiais;

f) Camada de isolamento térmica

Tipo de camada intermediaria cuja função é impedir ou reduzir o fluxo de calor do ambiente externo para o ambiente interno ou de um ambiente interno para outro;

g) Camada de regularização

Tipo de camada intermediaria cuja função é eliminar irregularidades da base e/ou corrigir o caimento do piso;

h) Camada de separação

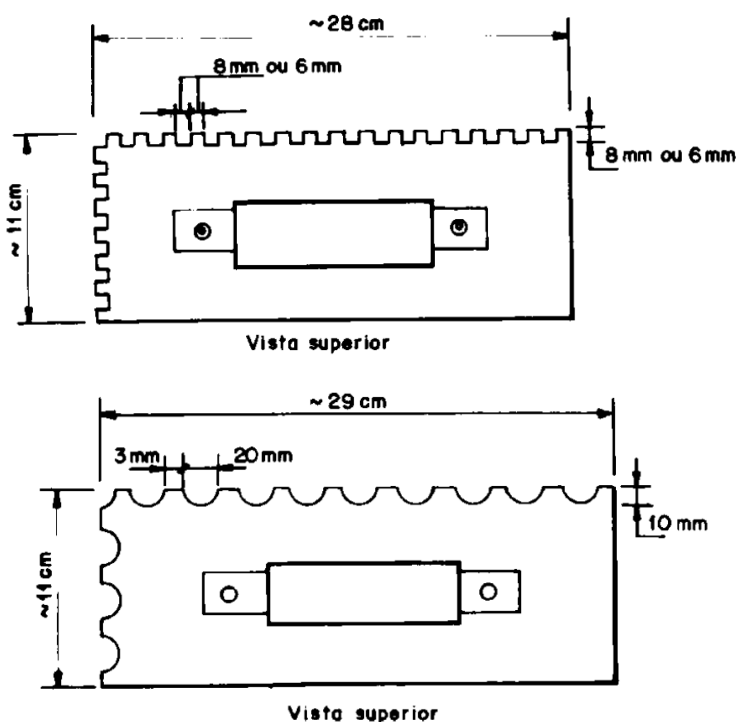
Tipo de camada intermediaria cuja função é promover a separação entre a base e o contrapiso (ou piso morto), visando impedir a transferência de tensões oriundas de movimentações da base para o revestimento cerâmico;

i) Contrapiso (ou piso morto)

Camada de argamassa sobre a qual são assentados os revestimentos cerâmicos com argamassa colante;

j) Desempenadeira de aço dentada

Ferramenta utilizada na aplicação de argamassa colante, fabricada em chapa de aço com espessura de cerca de 0,5mm (chapa 26) e dimensões aproximadas de 11cmx28cm, tendo reentrâncias (dentes) em dois lados adjacentes, com cabo preso por rebites no sentido longitudinal e no centro da peça. Quando os dentes da desempenadeira se desgastarem e sua altura diminuir em 1mm, a desempenadeira deve ser substituída por uma nova, ou a altura dos dentes deve ser recomposta. Os formatos e dimensões dos dentes variam para cada uso específico, pois para placas de grandes formatos, com área igual ou superior a 900cm², a desempenadeira a ser utilizada, deve possuir dentes com 8mm x 8mm x 8mm, ou dentes com formato semicirculares com raio de 10mm.



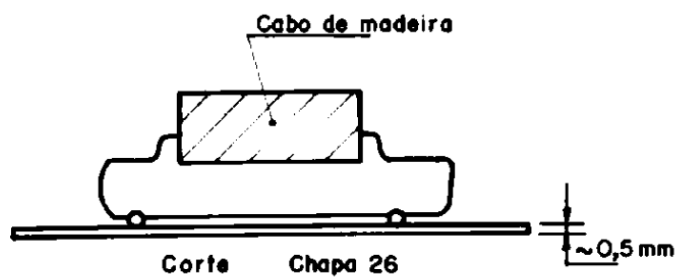


FIGURA 4-3 – DESEMPENADEIRA NBR 13753 (ABNT, 1996)

k) Piso com revestimento cerâmico

Piso cuja camada superior é constituída por placas cerâmicas;

l) Junta

Espaço regular entre duas peças de materiais idênticos e/ou distintos;

m) Junta de assentamento

Espaço regular entre duas placas cerâmicas adjacentes;

n) Juntas de movimentação

Espaço regular cuja função é subdividir o revestimento do piso, para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento;

o) Junta de dessolidarização

Espaço regular cuja função é separar o revestimento do piso, para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento;

p) Junta estrutural

Espaço regular cuja função é aliviar tensões provocadas pela movimentação da estrutura de concreto;

q) Lastro

Camada aplicada diretamente sobre o solo, constituída de pedra britada compactada, sobre a qual é executada a base;

r) Tardo

Face da placa cerâmica que fica em contato com a argamassa de assentamento;

s) Aterro permeável ou terrapleno

Camada de aterro aplainado e preparado adequadamente para impedir a ascensão de água do solo para o revestimento, e sobre a qual é executado o lastro;

t) Pasta de cimento

Mistura de cimento e água, com relação água/cimento correspondente a água de consistência normal;

u) Argamassa de rejuntamento

Argamassa introduzida nas juntas de assentamento, com o fim de preenche-las;

v) Engobe de proteção

Aplicação de cor branca nas saliências do tardo das placas cerâmicas, destinada a permitir a movimentação das placas dentro do forno, sem aderir sobre os rolos.

4.4.2. Planejamento dos trabalhos

A Norma NBR 13753 (ABNT, 1996), estabelece que a execução do piso com revestimento cerâmico deve ser iniciada após terem sido concluídos os seguintes serviços:

- a) Revestimento de paredes;
- b) Revestimento de tetos;
- c) Fixação de caixilhos;
- d) Execução da impermeabilização;
- e) Instalação de tubulações embutidas nos pisos;
- f) Ensaio das tubulações existentes quanto a estanqueidade.

O Assentamento das placas cerâmicas só deve ocorrer após um período mínimo de cura da base ou do contrapiso. No caso de não se empregar nenhum processo de cura, o assentamento deve ocorrer no mínimo 28 dias após a concretagem da base ou 14 dias após a execução do contrapiso.

O revestimento dos pisos com placas cerâmicas deve ser executado em condições climáticas medias, verificadas no local da obra. Recomenda-se a sua execução somente quando a temperatura ambiente e dos materiais for maior do que +5°C.

O caimento dos pisos deve seguir as seguintes orientações:

- a) Piso de ambientes não molháveis: como quartos e salas, devem ser executados em nível ou com caimento máximo de 0,5%;

- b) O piso interno de ambientes molháveis: como banheiros, cozinhas, lavanderias e corredores de uso comum, deve ser executado com caimento de 0,5% em direção ao ralo ou a porta de saída. Recomenda-se que não seja ultrapassado o valor de 1,5%;
- c) Nos boxes dos banheiros, o caimento deve estar compreendido entre 1,5% e 2,5% em direção ao ralo.
- d) O piso térreo externo aplicado sobre base de concreto simples ou armado deve ser executado com caimento mínimo de 1,0%, sendo que se o piso externo for executado sobre laje o caimento mínimo tem que ser de 1,5%.
- e) No piso diretamente exposto as intempéries, recomenda-se empregar revestimentos cerâmicos antiderrapantes, bem como, no piso de escadas, ou rampas com caimentos maiores que 3%, recomenda-se o emprego de revestimentos cerâmicos antiderrapantes.
- f) As placas cerâmicas, ainda devem estar secas, sendo ideal retirá-las da embalagem do fabricante para o seu assentamento imediato.
- g) Seu tardoço deve estar isento de pó, engobes pulverulentos ou partículas que impeçam a sua boa aderência a argamassa colante.
- h) A codificação (número e/ou modelo) do produto deve estar de acordo com o que foi especificado.
- i) Os códigos de tonalidade indicados nas embalagens devem ser idênticos para uso no mesmo ambiente;
- j) Estar conforme a bitola ou calibre indicada na embalagem;
- k) Estar conforme a classificação indicada na embalagem.
- l) A água destinada ao amassamento deve ser isenta de teores prejudiciais de substâncias estranhas.

4.4.3. Preparação do revestimento cerâmico

A Norma NBR 13753 (ABNT, 1996), estabelece os seguintes critérios para a instalação das placas cerâmicas:

- a) Estas devem ser assentadas a seco sobre a argamassa colante estendida sobre a base;
- b) As placas cerâmicas destinadas a arremates nos encontros com obstáculos verticais devem ser cortadas mediante emprego de ferramenta com ponta de videa ou diamante;
- c) Alguns tipos de disposições de assentamento:

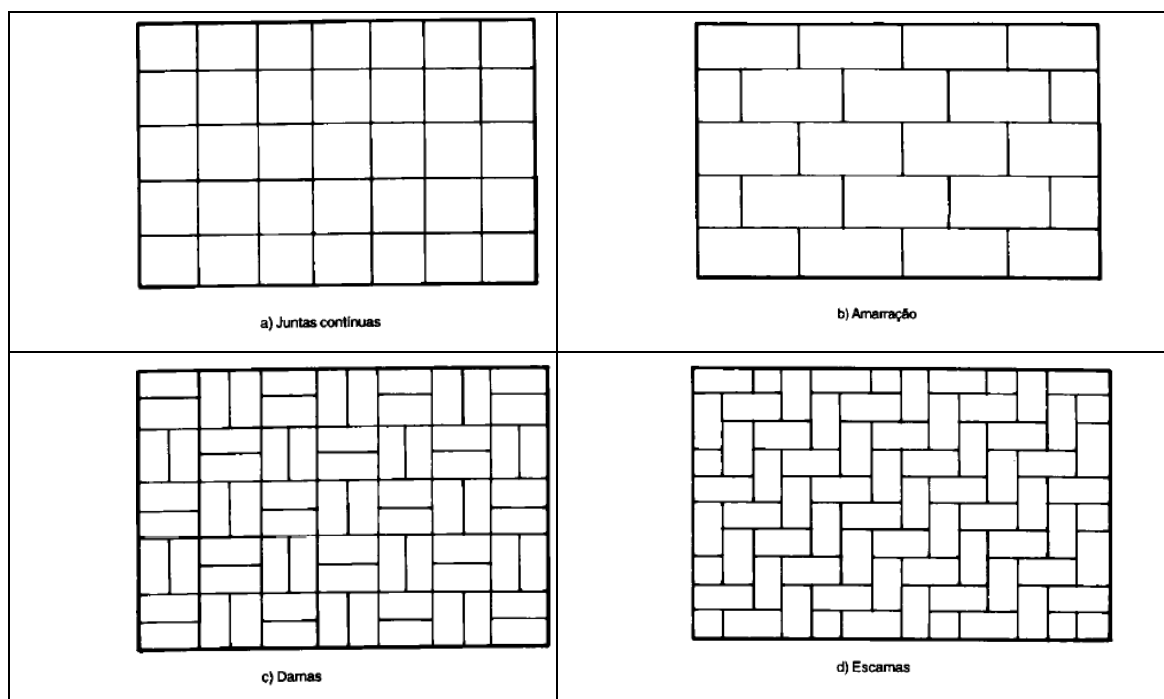


FIGURA 4-4 – DISPOSIÇÕES DE ASSENTAMENTO, NBR 13753 (ABNT, 1996).

4.4.4. Preparo da Argamassa Colante

A quantidade de água de amassamento deve ser a indicada na embalagem e expressa em litros a adicionar à massa líquida do produto contida na embalagem, expressa em quilogramas, ou pode ser referida em volume de água necessária para determinado volume aparente de argamassa colante no estado solto.

No preparo mecânico, colocar água em um balde e, sob agitação de misturador, ir acrescentando o pó até obter uma argamassa sem grumos, pastosa e aderente.

Para os aditivos iniciarem sua ação, a argamassa colante preparada deve ficar em repouso por um período de tempo indicado na embalagem do produto, expresso em minutos e a seguir deve ser novamente reamassada.

O emprego da argamassa deve ocorrer no máximo 2h e 30 min após seu preparo, sendo vedada neste período a adição de água e outros produtos.

A argamassa colante preparada deve ser protegida do sol, da chuva e do vento.

4.4.5. Juntas

Ao executar o assentamento das placas cerâmicas, devem-se manter espaçamentos ou juntas entre elas, para tanto a NBR 13753 (ABNT, 1996), estabelece algumas recomendações, conforme cada tipologia de junta.

4.4.5.1. Juntas de Assentamento

- a) Compensar a variação de bitola das placas cerâmicas, facilitando o alinhamento;
- b) Atender a estética, harmonizando o tamanho das placas e as dimensões do pano a revestir com a largura das juntas entre as placas cerâmicas;
- c) Oferecer relativo poder de acomodação às movimentações da base e das placas cerâmicas;
- d) Facilitar o perfeito preenchimento, garantindo a completa vedação da junta;
- e) Facilitar a troca de placas cerâmicas;
- f) Espaçamento recomendado de juntas para rejunte entre peças cerâmicas (conforme tabela abaixo):

Área dos Componentes (cm ²)	Revestimento Interno (mm)	Revestimento Externo (mm)
$A \leq 250$	1,5	4,0
$250 < A \leq 400$	2,0	5,0
$400 < A \leq 600$	3,0	6,0
$600 < A \leq 900$	5,0	8,0
$A > 900$	6,0	10,0

TABELA 4-6 – ESPAÇAMENTO RECOMENDADO.

4.4.5.2. Juntas de movimentação e de dessolidarização

Em interiores, sempre que a área do piso for igual ou maior que 32m^2 ou sempre que uma das dimensões do revestimento for maior que 8m, devem ser executadas juntas de movimentação.

Em exteriores e em pisos interiores expostos diretamente à insolação e/ou umidade, as juntas de movimentação devem ser executadas sempre que a área for igual ou maior que 20m^2 , ou sempre que uma das dimensões do revestimento for maior que 4m.

Onde há mudança de materiais que compõem a base, nas bases de grandes dimensões e sujeitas à flexão e nas regiões onde ocorrem momentos fletores máximos positivos ou negativos, devem ser executadas juntas de movimentação.

No perímetro da área revestida e no encontro com colunas, vigas e saliências ou com outros tipos de revestimentos, devem-se projetar e construir juntas de dessolidarização.

A junta deve aprofundar-se até a base, ou até a camada de impermeabilização quando existir, devendo ser preenchida com material deformável, sendo flexível.

4.4.5.3. Juntas estruturais

Devem ser respeitadas em posição e largura, em toda a espessura do revestimento.

4.4.6. Argamassa Colante

Conforme estabelecido na NBR 13753 (ABNT, 1996), as orientações para o procedimento de aplicação são:

- a) A argamassa colante deve ser preparada conforme orientado anteriormente deste trabalho.
- b) Não é necessário umedecer a superfície do contrapiso para a aplicação da pasta de argamassa colante. Todavia, em locais sujeitos à

insolação e/ou ventilação, a base deve ser pré-umedecida, porém sem saturá-la.

c) Para a aplicação da argamassa colante, devem ser utilizadas as desempenadeiras de aço dentadas.

d) A pasta deve ser estendida em faixas de aproximadamente 60cm de largura, para facilitar a colocação das placas cerâmicas. A extensão da faixa de espalhamento da argamassa colante de ser determinada para cada caso e depende das condições locais de temperatura, insolação, ventilação e umidade relativa do ar. Se estas forem agressivas, podem provocar a formação de película (início da secagem) sobre os cordões da argamassa colante formado (conforme descrito próximo item subsequente a este), reduzindo o tempo em aberto da argamassa e falseando a aderência das placas cerâmicas. Para verificar a aderência, devem-se remover aleatoriamente algumas placas cerâmicas, imediatamente após o seu assentamento, observando-se seu tardo, o qual deve apresentar-se totalmente impregnado de pasta de argamassa colante.

e) Estender a pasta de argamassa colante com o lado liso da desempenadeira de aço, apertando-a de encontro à superfície de assentamento, formando uma camada uniforme de cerca de 3mm a 4mm. A seguir e com quantidade adicional de pasta, aplicar o lado dentado da desempenadeira em ângulo de 60°, formando cordões que facilitam o nivelamento e a fixação das placas cerâmicas. O excesso de pasta removido com a desempenadeira de aço dentada deve retornar ao recipiente onde está o restante da argamassa colante já preparada, para ser remisturado e utilizado na próxima aplicação.



FIGURA 4-5– SEQUENCIA DE APLICAÇÃO DA ARGAMASSA COLANTE, NBR 13753 (ABNT, 1996).

f) A quantidade de pasta e a sua espessura devem ser determinadas para cada caso, dependendo das tolerâncias nas irregularidades da superfície do contrapiso e empeno côncavo ou convexo das placas cerâmicas. Os espaços provocados por estas irregularidades devem ser totalmente preenchidos pela argamassa colante, conforme abaixo.

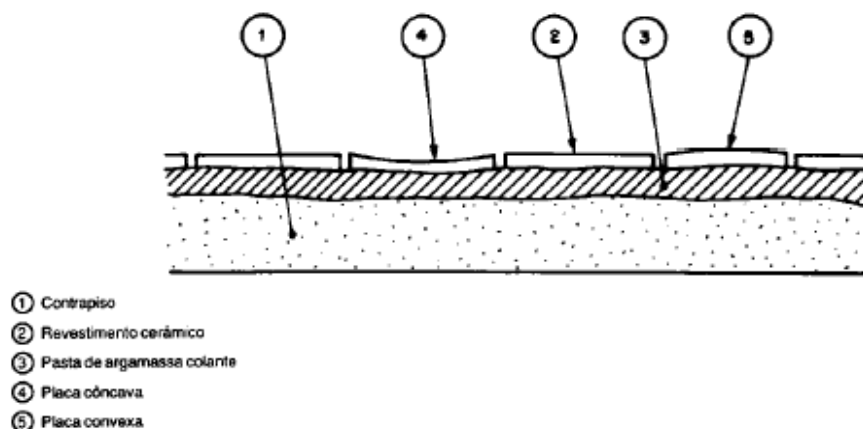


FIGURA 4-6 – PASTA DE ARGAMASSA COLANTE, NBR 13753 (ABNT, 1996).

g) É vedado o aproveitamento de sobra de pasta de argamassa colante de um período a outro de trabalho, ou de um dia para outro.

4.4.7. Assentamento do revestimento cerâmico

Conforme orientação da NBR 13753 (ABNT, 1996), as orientações para o procedimento de aplicação dos revestimentos cerâmicos devem seguir os seguintes itens:

- a) A preparação das placas cerâmicas deve ser feita conforme descrito anteriormente;
- b) A colocação dos revestimentos cerâmicos só deve ser feita sobre cordões de pasta fresca, sem apresentar película seca superficial, verificável pelo toque de dedo, o qual deve vir impregnado de pasta. Atenção especial deve ser dada a locais sujeitos a insolação, vento ou corrente de ar;
- c) As reentrâncias de altura maior que 1mm presentes no tardo de alguns tipos de revestimento cerâmicos devem ser preenchidas com pasta de argamassa colante conforme figura abaixo. Este preenchimento deve ser feito concomitantemente com o assentamento.



FIGURA 4-7- PREENCHIMENTO PRÉVIO DAS REENTRÂNCIAS DOS TARDOZ,
NBR 13753 (ABNT, 1996).

d) Em função da área da superfície das placas cerâmicas, as desempenadeiras dentadas e os seus procedimentos são indicados na tabela abaixo.

Área da superfície das placas cerâmicas (cm ²)	Formato dos dentes da desempenadeira (mm)	Procedimento de Aplicação da Argamassa colante
$A < 400$	Quadrados 6x6x6	Convencional (somente na base)
$400 \leq A \leq 900$	Quadrados 8x8x8	Convencional (somente na base)
$A > 900$	Quadrados 8x8x8	Dupla Colagem
	Semicirculares: Raio = 10mm Espaçamento = 3mm	Convencional (somente na base)

TABELA 4-7- ÁREA DAS PLACAS.

4.4.7.1. Procedimentos para placas cerâmicas com área menor que 400cm²

- espalhar e pentear a argamassa colante com desempenadeira sobre a superfície;
- aplicar cada placa cerâmica sobre os cordões de argamassa colante ligeiramente fora de posição e em seguida pressioná-la, arrastando-a perpendicularmente aos cordões, até sua posição final;
- atingida a posição final, aplicar vibrações manuais de grande frequência, transmitidas pelas pontas dos dedos, procurando obter a maior acomodação possível, que pode ser constatada quando a argamassa colante fluir nas bordas da placa cerâmica;
- os procedimentos para placas com área igual ou maior que 400cm² e menor que 900cm² são os mesmos detalhados nos itens a), b) e c), porém utilizando-se desempenadeira com dentes 8mm x 8mm x 8mm.

4.4.7.2. Procedimentos para placas cerâmicas com área igual ou maior que 900cm²

- a) utilização da desempenadeira com dentes 8mm x 8mm x 8mm;
- b) espalhar e pentear a argamassa colante no contrapiso e no tardo das placas cerâmicas (dupla colagem);
- c) aplicar cada placa cerâmica ligeiramente fora de posição, de modo a cruzar os cordões do tardo e da superfície e em seguida pressioná-la, arrastando-a até a sua posição final;
- d) atingida a posição final, aplicar vibrações manuais de grande frequência, transmitidas pelas pontas dos dedos, procurando obter a maior acomodação possível, que pode ser constatada quando a argamassa colante fluir nas bordas da placa cerâmica;

4.4.7.3. Utilização de desempenadeira com aberturas semicirculares de raio 10mm, espaçadas a cada 3mm

- a) aplicar os mesmos procedimentos do item 4.3.7.1 deste trabalho;
- b) na aplicação das placas cerâmicas, os cordões de argamassa colante devem ser totalmente desfeitos, formando uma camada uniforme, configurando-se impregnação total do tardo pela argamassa colante;
- c) na colocação das placas cerâmicas, deve-se obedecer à disposição prevista para as placas e à largura especificada para as juntas de assentamento, empregando, se necessário espaçadores deformáveis previamente gabaritados. Recomenda-se que o controle de alinhamento das juntas seja feito sistematicamente, com o auxílio de linha esticada longitudinalmente e transversalmente conforme abaixo;

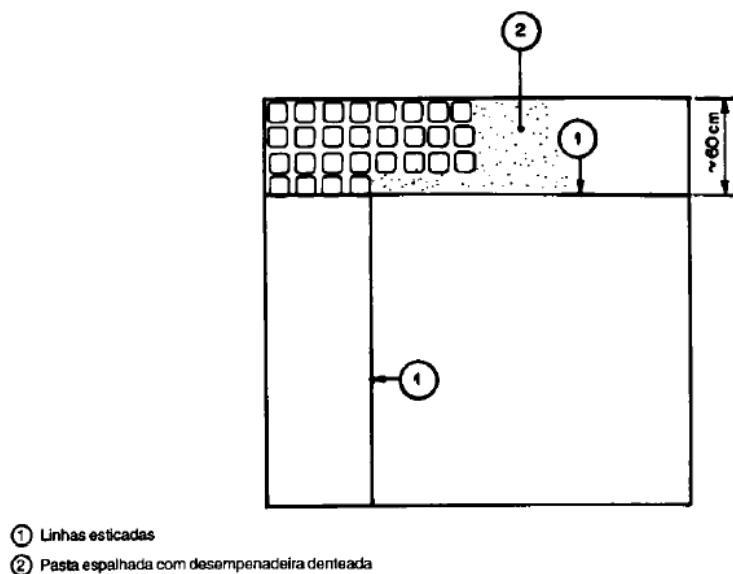


FIGURA 4-8 – ALINHAMENTO DAS JUNTAS, NBR 13753 (ABNT, 1996)

4.4.8. Rejuntamento das placas cerâmicas

Conforme orientação da NBR 13753 (ABNT, 1996), as orientações para rejuntamento das placas cerâmicas são:

- O rejuntamento das placas cerâmicas deve ser iniciado no mínimo após três dias de seu assentamento, fazendo-se uso de pranchas largas de madeira para andar sobre o piso. Deve-se verificar previamente, por meio de percussão com instrumento não contundente, se existe alguma placa apresentando som cavo, a qual deve ser removida e imediatamente reassentada.
- Pode-se empregar uma mistura de cimento Portland e agregados de granulometria fina, podendo ser preparada no canteiro da obra ou ser industrializada.
- O material preparado na obra deve ser utilizado imediatamente, enquanto que o material industrializado deve ser utilizado dentro do prazo de validade indicado na embalagem.
- Em função das condições do ambiente e/ou exigências de desempenho, o material para rejuntamento pode ser à base de cimento e agregados; cimento, agregados e látex; resina epóxi ou resina furânica.

- e) As juntas entre as placas cerâmicas devem estar isentas de sujidades, resíduos e poeiras que impeçam a perfeita penetração e aderência do rejuntamento.
- f) Umedecer as juntas entre as placas cerâmicas com utilização de broxa, de modo a remover o pó, e deixá-las umedecidas, para garantir uma boa hidratação e aderência do rejuntamento. Com as juntas ainda úmidas, fazer a aplicação da argamassa de rejuntamento.
- g) O material de rejuntamento deve ser aplicado em excesso, com o auxílio de desempenadeira emborrachada ou rodo de borracha, preenchendo completamente as juntas.
- h) A desempenadeira emborrachada ou o rodo de borracha deve ser deslocado em movimentos contínuos de vaivém, diagonalmente às juntas, conforme a figura abaixo. Verificar que a borracha deve ser suficientemente macia para não riscar o esmalte da placa cerâmica e suficientemente resistente para forçar a pasta dentro das juntas de assentamento.

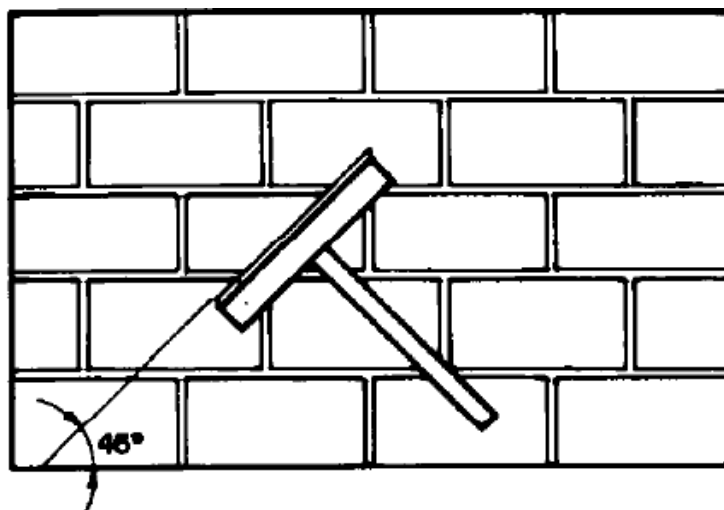


FIGURA 4-9- REJUNTAMENTO DAS PLACAS CERÂMICAS, NBR 13753 (ABNT, 1996).

- i) Deixar a argamassa de rejuntamento secar por 15 min a 30 min., a seguir fazer a limpeza do revestimento cerâmico com uma esponja de borracha macia, limpa e úmida. Finalizar a limpeza com um pano limpo e seco ou com estopa de primeira, limpa e seca.

- j) No caso de placas cerâmicas bisotadas, deve-se proceder ao frisamento das juntas com emprego de haste de madeira macia ou plástico com ponta arredondada e lisa, com dimensão proporcional à largura da junta. O excesso de material já ressecado e resultante do frisamento deve ser removido com emprego de vassoura com cerdas macias.
- k) Os pisos cerâmicos recém-rejuntados não devem ser submetidos ao caminhamento de pessoas ou qualquer outra solicitação mecânica, sendo que, logo após a execução do rejuntamento o piso externo deve permanecer coberto com manta de polietileno ou sacos de estopa umedecidos, durante pelo menos três dias. Verifica-se como boa prática a molhagem periódica com água do piso externo ou interno nos três primeiros dias subsequentes ao rejuntamento.

4.4.9. Proteção do revestimento cerâmico

Conforme orientado na norma NBR 13753 (ABNT, 1996), os procedimentos para proteção dos revestimentos cerâmicos são:

- a) O revestimento só deve ser exposto ao tráfego de pessoas preferencialmente depois de transcorridos sete dias após o rejuntamento. O revestimento recém-aplicado deve ser protegido contra respingos de tintas, óleos, solventes, argamassas ou quaisquer materiais abrasivos; não se deve permitir que equipamentos sejam arrastados diretamente em contato com as placas cerâmicas.
- b) Nos casos normais, o revestimento cerâmico deve ser protegido mediante aplicação de serragem, sacos de estopa e retalhos de madeira compensada. Verificar que em caso excepcional circulação de pessoas, particularmente em escadas, podem ser empregados, como proteção, sacos de estopa impregnados com gesso.

4.4.10. Limpeza do revestimento cerâmico recém-aplicado

Conforme orientado na norma NBR 13753 (ABNT, 1996), os procedimentos para proteção dos revestimentos cerâmicos são:

- a) O revestimento só deve ser submetido à limpeza final depois de transcorridas no mínimo duas semanas após o rejuntamento dos pisos cerâmicos;
- b) O piso deve ser escovado (escova ou vassoura de piaçaba, por exemplo) com água e um detergente neutro, sendo em seguida enxaguado abundantemente.
- c) Recomenda-se evitar a lavagem de rejuntamentos com solução e ácidos, os quais prejudicam sua durabilidade.

4.5. MANIFESTAÇÕES PATÓLOGICAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Manifestação patológica de um sistema de revestimento cerâmico é o defeito (doença) que se origina no piso revestido devido a diversos fatores. Esta manifestação pode provocar prejuízo à estética do piso assim como o descolamento da cerâmica. Manual de assentamento de revestimento cerâmico (PAMESA).

A ocorrência de patologias está ligada com a qualidade e a durabilidade do assentamento. Estas por sua vez dependem dos seguintes fatores:

- a) Qualidade do material utilizado;
- b) Qualidade da mão de obra;
- c) Qualidade da superfície suporte;
- d) Correta definição das juntas;
- e) Condições de trabalho.

Os problemas patológicos ocorrem durante a vida útil da edificação, mas a maior parte destes ocorrem nas fases de elaboração do projeto e na execução dos trabalhos. Os problemas originados na fase de projeto podem

ser causados pela falta de um projeto específico que defina as características do revestimento, das camadas de regularização, de fixação e do acabamento, ou ainda por erros de concepção do projeto. Essas causas se devem geralmente à falta de conhecimento técnico sobre o assunto, ou pela falta de experiência. Já os problemas gerados na fase de execução do revestimento, em geral, ocorrem pela falta de treinamento da mão de obra (MACIEL, BARROS, SABBATINI, 1998).

Por uma série de motivos, os revestimentos podem fissurar ou, na pior das hipóteses, descolar-se da base. As causas que levam à ocorrência dos defeitos nem sempre são de fácil determinação e muitas vezes são uma combinação de diversos fatores. Manual de assentamento de revestimento cerâmico (PAMESA).

Segundo Campante e Baía (2003), as patologias podem se manifestar em componentes do revestimento que não são necessariamente a causa do problema. Por exemplo, o destacamento de uma placa geralmente não é causado pela própria placa, mas pode ter sido causado pela mão de obra que não respeitou o tempo em aberto da argamassa colante.

4.5.1. Principais itens observados como Manifestações Patológicas em revestimentos cerâmicos

Segundo o Manual de assentamento de revestimento cerâmico (PAMESA), os principais itens estão relacionados nos itens abaixo.

4.5.1.1. Descolamento ou Destacamento

O descolamento ou destacamento da placa cerâmica é em dúvida o maior problema e o mais frequente encontrado no Brasil. As principais causas do descolamento estão na maioria das vezes relacionadas a:

- a) Descuidos da mão de obra no preparo da argamassa colante;
- b) Na utilização da mesma após excedido o tempo em aberto;

- c) No uso de técnicas e ferramentas inadequadas para aplicação da argamassa;
- d) Na pressão inadequada quando da colocação da placa cerâmica na base; na infiltração d'água;
- e) Na contaminação do tardo da peça por pó, sujeira ou caulim.

Entre os sinais que podem indicar um possível destacamento está na ocorrência de um som cavo nas placas cerâmicas quando percutidas pelo estufamento da camada de acabamento. O destacamento destas áreas pode ser imediato ou não ao assentamento do revestimento. CAMPANTE; BAÍA (2003).

4.5.1.2. Trincas, fissuras e gretamento

Segundo Sabbatini; Barros (1990), as trincas são rupturas que ocorrem no corpo do material, devido à ação de esforços que provocam a separação de suas partes e que apresentam aberturas maiores que 1mm. Já a fissuração e o gretamento apresenta aberturas inferiores a 1mm, presentes na superfície do material.

Segundo Campante; Baía (2003), as principais causas para os problemas de trincas, fissuras e gretamento são:

- a) Dilatação e retração das placas cerâmicas: ocorrem quando há variação de temperatura ou de umidade, gerando um estado de tensões internas que, se ultrapassarem o limite da resistência da placa, provocam trincas e fissuras. Quando essas tensões ultrapassam o limite de resistência da camada de esmalte ocorre o gretamento;

b) Deformação estrutural excessiva: a deformação da estrutura do edifício pode criar tensões que são transmitidas para a os revestimentos. Quando essa deformação não é totalmente absorvida, podem ocorrer as trincas, fissuras e gretamento, ou até mesmo o descolamento da placa.

4.5.1.3. Fungos e eflorescências

A existência de eflorescência ou fungo está sempre ligada à presença de água. Fungos são formados principalmente em revestimentos não esmaltados, relativamente úmidos e em ambientes úmidos. Por outro lado a origem da eflorescência está relacionada com problemas no sistema construtivo empregado. Na presença de água, substâncias agressivas ou sais solúveis podem ser transportados até à superfície da placa cerâmica, formando depósitos esbranquiçados.

A presença de sais e impurezas pode ser evitada, pela limpeza adequada da base a ser revestida e pela utilização de materiais e equipamentos adequados. Por sua vez, o controle da umidade pode ser feito desde a fase de projeto, através da escolha de rejuntas impermeáveis e peças cerâmicas com baixo coeficiente de absorção de umidade. Conforme Manual de assentamento de revestimento cerâmico (PAMESA).

4.5.1.4. Superfícies irregulares

Segundo o Manual de assentamento de revestimento cerâmico (PAMESA), a formação de degraus na superfície revestida, pode ser consequência da qualidade do assentamento ou do material empregado. No primeiro caso, a base poderia não estar suficientemente plana para receber o assentamento, ou o assentador não imprimiu pressão adequada e homogênea quando do assentamento da placa cerâmica. No segundo caso, a peça cerâmica possuía defeitos dimensionais, ou curvatura e empenamento maior do que o permitido pela norma.

4.6. ENSAIOS

Para o programa experimental, será selecionada uma argamassa piso sobre piso, para aplicação sobre revestimento cerâmico existente, e serão realizados ensaios conforme a NBR 13753 (ABNT, 1996), para a determinação da resistência de aderência à tração.

No anexo A da norma 13753 (ABNT, 1996) é estabelecido o método de ensaio para determinação da resistência de aderência de revestimentos cerâmicos assentados com argamassa colante. O item A.6.4 da NBR 13753 (ABNT, 1996), pede pelo menos 6 corpos de prova para um ensaio. O corpo de prova é de seção quadrada com lado de 50 mm, e as pastilhas do mesmo formato que os corpos de prova. Os cortes dos corpos de prova devem ser feitos após a colagem e deve estar 50 mm distantes dos cantos ou quinas.

O equipamento de tração, aderímetro, utilizado pode ser mecânico ou hidráulico, permitindo aplicação lenta e progressiva da carga e com dispositivo de leitura digital da carga aplicada na ruptura. Segundo a norma também são necessários outros aparelhos e materiais para a execução do ensaio como: Disco de corte, cola a base de resina epóxi e espátula. Na figura abaixo é representado o esquema do ensaio, 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. Após a realização do ensaio é medido a carga de ruptura em Newtons e analisado a seção em que ocorreu a ruptura.

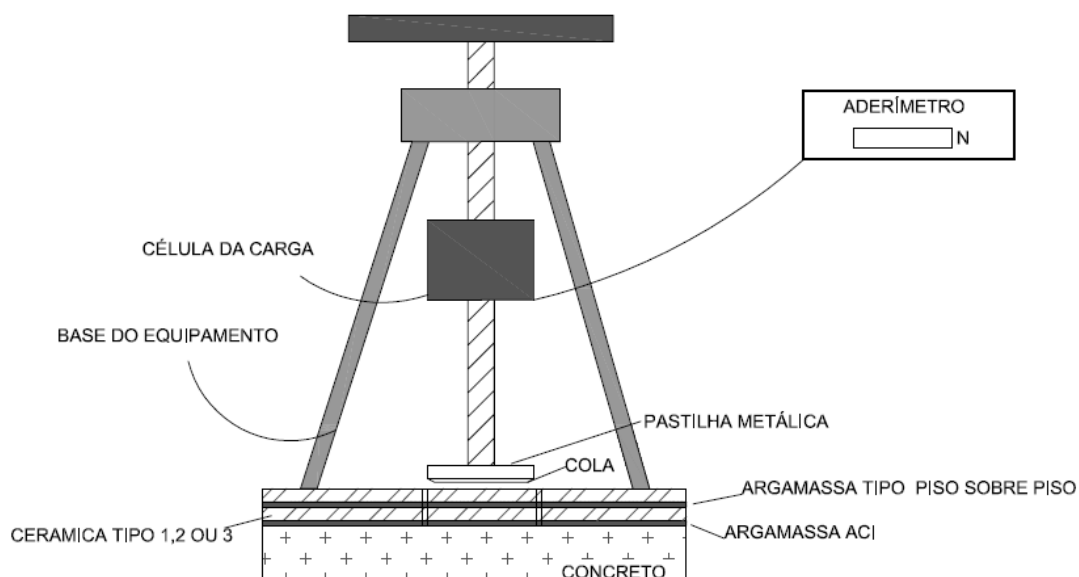


FIGURA 4-10 – ESQUEMA DE ENSAIO DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO SIMPLES (O AUTOR).

Para o cálculo da resistência de aderência a tração será utilizada a equação 1; a carga (P_i) e a área da pastilha metálica (A_i) devem ser números inteiros e o resultado deve ter duas casas decimais.

$$R_t = \frac{P_i}{A_i}$$

(1)

Onde:

R_t – Resistência de aderência a tração, em MPa.

P_i – Carga de ruptura, em Newtons.

A_i – Área do corpo de prova, em mm².

Para facilitar o entendimento das formas de ruptura, primeiramente deve-se entender a estrutura das camadas do piso conforme a figura abaixo. O piso cerâmico é assentado sobre uma base de concreto com argamassa AC I, a segunda camada de piso cerâmico é assentada com argamassa AC III sobre

a primeira camada cerâmica, e por fim a pastilha metálica é colada na segunda camada de piso cerâmico com cola epóxi.

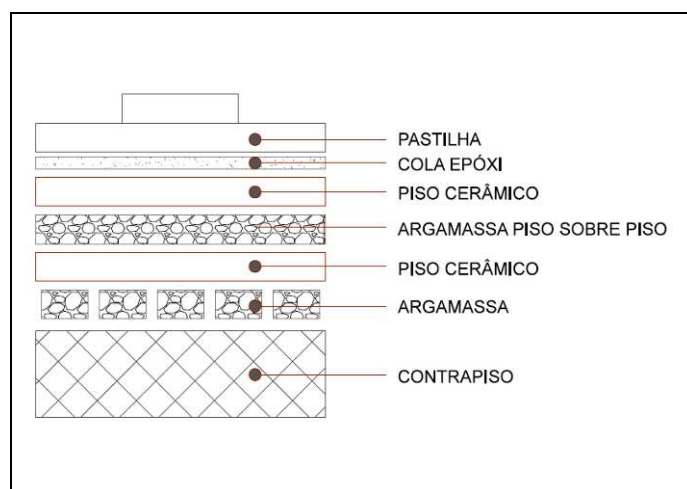


FIGURA 4-11 – ESTRUTURA DAS CAMADAS DO PISO SOBRE PISO, ADAPTADO, NBR 14081 (ABNT, 2012)

As formas de ruptura dos corpos de prova podem ocorrer aleatoriamente, conforme FIGURA 4-12 – FORMAS DE RUPTURA, ADAPTADO DA NBR 14081 (ABNT, 2012)

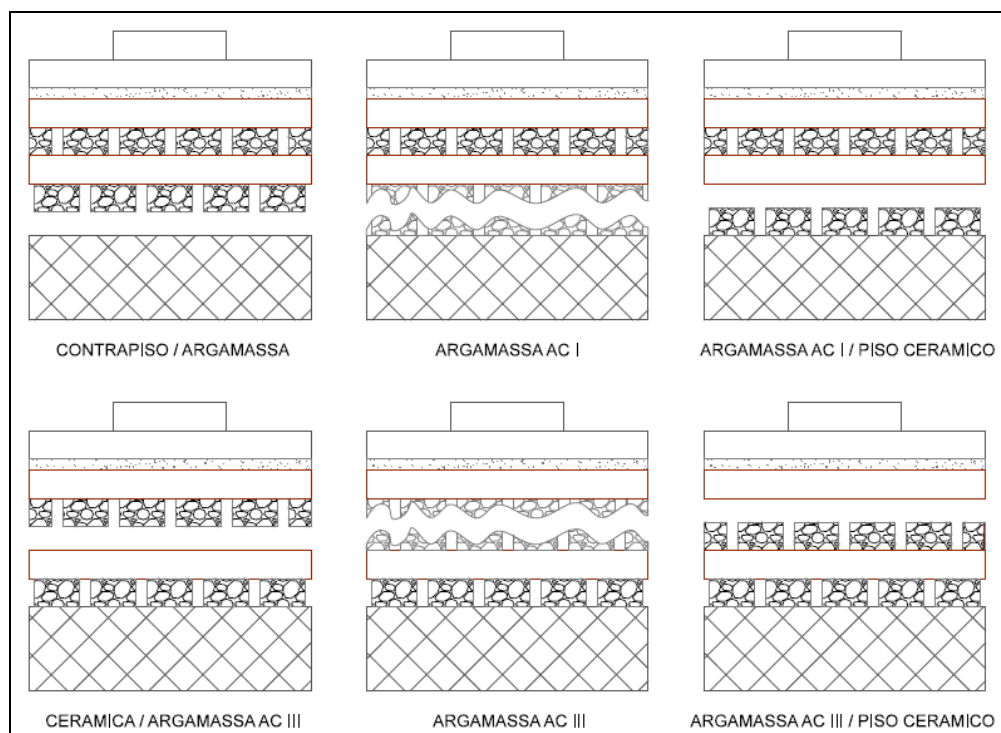


FIGURA 4-12 – FORMAS DE RUPTURA, ADAPTADO DA NBR 14081 (ABNT, 2012)

As rupturas podem ocorrer conforme abaixo:

Classificação	Descrição da ruptura
(a)	Contrapiso / Argamassa
(b)	Argamassa ACI 1ª Camada
(c)	Argamassa ACI / Piso Cerâmico
(d)	Piso Cerâmico / Argamassa Piso sobre Piso
(e)	Argamassa Piso sobre Piso
(f)	Argamassa Piso sobre Piso / Piso Cerâmico

TABELA 4-8 – FORMAS DE RUPTURA, ADAPTADO DA NBR 13753 (ABNT, 1997).

Após a determinação e validação dos resultados será elaborado um relatório de ensaio que deverá conter as seguintes informações, identificação da argamassa colante, dos corpos de prova, da seção dos corpos de prova, tipo de corte e profundidade, característica do equipamento de tração, data ou períodos dos ensaios e por fim valores individuais da resistência de aderência dos corpos de prova bem como a forma de ruptura ocorrida e sua percentagem.

4.7. ESTATÍSTICA – NOÇÕES BÁSICAS

Estatística, segundo Triola (1983) é definida por um conjunto de métodos para planejar experimentos, obtendo dados de maneira organizada para analisa-los e extrair conclusões.

a) População

Uma população é uma coleção completa de todos os elementos a serem estudados TRIOLA (1983).

b) Amostra

Amostra é a subcoleção de elementos extraídas de uma população. TRIOLA (1983).

4.7.1. Técnicas de Amostragem

As técnicas de amostragem podem ser divididas em dois grupos: a amostragem probabilística e a amostragem não probabilística. BUSSAB; MORETIN, (2010).

a) Amostragem Não Probabilística

Neste tipo de seleção os planos amostrais que não utilizam mecanismos aleatórios de seleção dos elementos da amostra, e dessa forma, não existe nenhuma probabilidade associada à seleção desses elementos. BUSSAB; MORETIN, (2010).

b) Amostragem Probabilística

Utilização de mecanismos aleatórios de seleção dos elementos das amostras. Deve atribuir a cada um deles uma probabilidade. BUSSAB; MORETIN, (2010).

A grande vantagem das amostras probabilísticas é medir a precisão da amostra obtida. Diante disso, amostras probabilísticas são comumente utilizadas na prática. Os tipos de planos de amostragem probabilísticos são os seguintes:

- Amostragem Aleatória Simples: cada elemento da população tem a mesma chance (ou probabilidade) de ser selecionado. Os elementos são escolhidos através de sorteio. TRIOLA (1983).
- Amostragem Estratificada: a população é dividida em estratos (ou grupos) homogêneos, sendo selecionada uma amostra aleatória simples de cada estrato. Neste caso subdividimos a população em, no mínimo, duas subpopulações (estratos) que compartilham das mesmas características (como

exemplo coeficiente. Atrito) e em seguida, extraímos uma amostra de cada estrato. TRIOLA (1983).

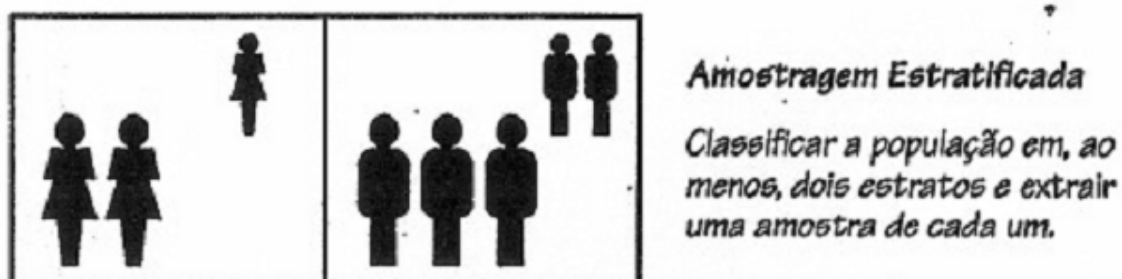


FIGURA 4-13 – AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA, TRIOLA (1983).

- Amostragem Sistemática: os elementos são selecionados segundo uma regra pré-definida. Escolher cada elemento na ordem K .



FIGURA 4-14 – AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA, TRIOLA (1983).

É bastante utilizada quando os elementos da população estão arranjados em uma ordem. TRIOLA (1983).

5. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento dos ensaios foi subdividido em três fases. Planejamento, execução dos modelos e ensaios.

5.1 PLANEJAMENTO

1ª ETAPA (Planejamento) – Consiste na adequação da metodologia proposta no trabalho e otimização do prazo e custo para a execução dos modelos.

Definiu-se a execução de 9 (nove) modelos, com base estatística de uma amostragem sistemática, com o objetivo de extrair 6 corpos de prova de cada conforme orientado na NBR 14081 (ABNT, 2012).

Para a formatação da primeira camada, definiu-se a utilização de argamassa ACI e três diferentes tipos de placas cerâmicas.

Cerâmica tipo 1 – Tamanho 45x45 cm, cor branca. Acabamento esmaltado referência. PEI - 4. Ideal para Tráfego Moderado em salas, dormitórios, copas, quintais. Coeficiente de atrito menor igual a 0,4.



FIGURA 5-1 - CERÂMICA TIPO 01.

Cerâmica tipo 2 – Tamanho 45x45 cm, cor branca. Acabamento brilhante acetinado. PEI - 4. Ideal para tráfego Moderado em salas, dormitórios, copas. Coeficiente de atrito menor igual a 4.



FIGURA 5-2 - CERÂMICA TIPO 2.

Cerâmica tipo 3 – Tamanho 41x41 cm, cor marrom. Acabamento antiderrapante. PEI - 4. Ideal para áreas externas. Coeficiente de atrito seco = 0,8 e coeficiente úmido = 0,7.

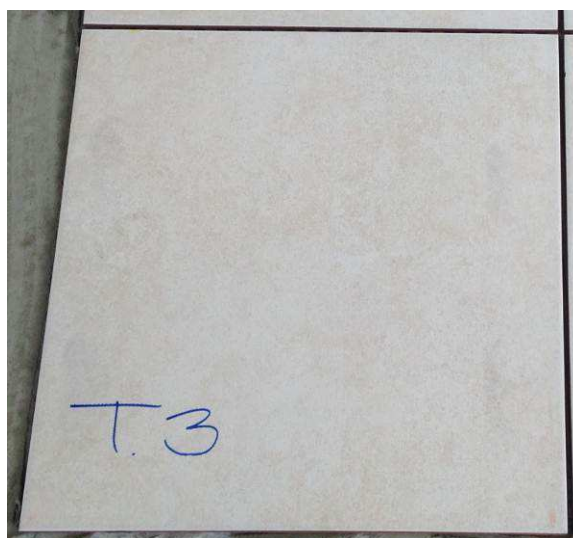


FIGURA 5-3 - CERÂMICA TIPO 3.

Na execução da segunda camada foi determinada a utilização da argamassa piso sobre piso, utilizando a cerâmica comum para revestimento final.

5.2 EXECUÇÃO DOS MODELOS

3ª ETAPA (Programa experimental) – Descrição dos procedimentos executados para a execução do experimento.

5.2.1 Moldagem de substrato

Para a preparação do substrato foram confeccionadas formas laterais conforme a foto abaixo, de 1 m x 1 m x 5 cm. A concretagem dos substratos foi realizada com concreto fck 30MPa.



FIGURA 5-4- EXECUÇÃO SUBSTRATO.

5.2.2 Mão de obra para a aplicação dos revestimentos cerâmicos

Para a execução dos ensaios orientamos a mão de obra conforme as recomendações das normas. Após as orientações os profissionais foram liberados para a execução das atividades. O objetivo era de executar os modelos experimentais de acordo com capacidade e prática da mão de obra executora.

5.2.3 Assentamento Camada Inicial

O substrato foi preparado com espargimento de água na sequência a primeira camada foi assentada conforme a figura abaixo.



FIGURA 5-5 – ESPARGIMENTO DE ÁGUA.

A quantidade de água de amassamento foi inserida conforme indicada na embalagem adicionando à massa líquida do produto contida na embalagem.

No preparo ocorreu a agitação manual com uma colher de pedreiro. Ressaltamos que o preparo ocorreu diferente do recomendado por norma para assentamento de pisos cerâmicos que indica a preparação com agitadores mecânicos.



FIGURA 5-6 – PREPARO MECÂNICO.

Para a aplicação da argamassa colante, foi utilizada a desempenadeira de aço dentada conforme recomendação da NBR 13753 (ABNT, 1996). A pasta foi estendida em faixas de aproximadamente 60 cm de largura, para facilitar a colocação das placas cerâmicas conforme figura abaixo.



FIGURA 5-7 – APLICAÇÃO ARGAMASSA COLANTE CAMADA 01.

Conforme orientação da NBR 13753 (ABNT, 1996) o assentamento ocorreu sobre os cordões da pasta fresca com as reentrâncias de altura maior que 1 mm. O procedimento de aplicação para placas maiores que 900 cm² recomendado pela norma acima prevê espalhar e pentear a argamassa colante no contrapiso e no tardo das placas cerâmicas (dupla colagem).

No presente estudo a aplicação da primeira camada não foi utilizada a colagem dupla. Conforme descrito anteriormente a utilização da técnica proposta se justifica na maioria dos casos, pela redução da mão de obra e diminuição das etapas da reforma. O Construtor que opta pela execução da técnica geralmente não tem acesso à forma que foi assentada a primeira camada de revestimento e por isso foi optado refletir nos ensaios a pior hipótese de assentamento da primeira camada.



FIGURA 5-8 – ASSENTAMENTO CAMADA INICIAL.

O rejuntamento das placas cerâmicas foi iniciado sete dias após o assentamento conforme as orientações recomendadas pela NBR 13753 (ABNT, 1996).



FIGURA 5-9 – RESULTADO PRIMEIRA CAMADA TIPO 01.



FIGURA 5-10 – RESULTADO PRIMEIRA CAMADA TIPO 02.



FIGURA 5-11 - RESULTADO PRIMEIRA CAMADA TIPO 03.

5.2.4 Assentamento camada piso sobre piso

Para a aplicação da segunda camada de revestimento ocorreu sete dias após a execução dos rejuntas da primeira camada. Os procedimentos para o assentamento foram levemente ajustados para manter as instruções descritas na NBR 13753 (ABNT, 1996). Com a substituição do substrato pelo piso cerâmico, optou-se por não executar o espargimento de água pelo coeficiente de permeabilidade baixo das placas cerâmicas que poderiam prejudicar a relação água / argamassa enfraquecendo o sistema proposto.

A aplicação da argamassa colante seguiu as mesmas recomendações anteriores estendendo a pasta aproximadamente 60cm de largura, para facilitar a colocação das placas cerâmicas conforme figura abaixo.



FIGURA 5-12 – APLICAÇÃO DA ARGAMASSA CAMADA 02.

Os procedimentos de aplicação das placas maiores que 900 cm² foram realizados conforme prevê a NBR 13753 (ABNT, 1996). Espalhando e penteando a argamassa colante no contrapiso e no tardo das placas cerâmicas através da dupla colagem.



FIGURA 5-13 – APLICAÇÃO DA ARMAGASSA NO TARDOZ.

O assentamento ocorreu conforme as orientações descritas anteriormente. O posicionamento entre as camadas de revestimento ocorreu

de acordo com as instruções da revista Equipe de obra (PINI, 2010) de forma que as juntas não sejam coincidentes.

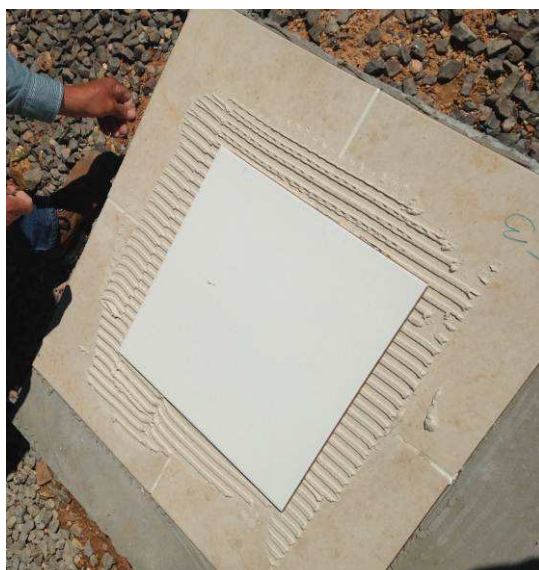


FIGURA 5-14 – ASSENTAMENTO CAMADA 02.



FIGURA 5-15 - ASSENTAMENTO CAMADA 02 / PARTE 2.

O rejuntamento das placas cerâmicas foi iniciado quatro dias após o assentamento conforme as orientações recomendadas pela NBR 13753 (ABNT, 1996).



FIGURA 5-16 – VISÃO GERAL.

5.3 ENSAIOS

O objetivo deste trabalho é o de realizar a verificação da resistência a tração da argamassa colante para piso, através do sistema de colagem piso sobre piso. Como não há uma norma da ABNT para parametrização e realização deste ensaio foi adotado o ensaio prescrito na NBR 14081-4 Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 4: Determinação da resistência de aderência à tração (ABNT, 2012).

O ensaio foi realizado com o apoio técnico da empresa Daher Tecnologia.

5.3.1 Marcação para o corte do Perímetro das Pastilhas Metálicas

O primeiro passo para a realização do ensaio foi o preparo dos modelos, com a marcação dos perímetros das bordas das placas metálicas, conforme mostra a figura a seguir:



FIGURA 5-17 – MARCAÇÃO DOS PERÍMETROS DAS PLACAS METÁLICAS.



FIGURA 5-18 - DISPOSIÇÃO DAS PLACAS METÁLICAS NO MODELO.

5.3.2 Realização do Corte do Perímetro para Colagem das Pastilhas metálicas

O segundo passo é a realização do corte das bordas onde serão coladas as pastilhas metálicas, fazendo com que os perímetros das amostras sejam cortadas até a base padrão, ou seja, de cima para baixo, o corte ultrapassou a camada da cerâmica superficial, da argamassa piso sobre piso, da segunda cerâmica (seja ela do tipo: esmaltada, acetinada ou antiderrapante), e por último a argamassa AC-I, que estava aplicada sobre a base padrão neste caso a placa de concreto.

Este corte deve ser realizado com ferramenta apropriada, elétrica, com disco de corte com videa diamantada, podendo ser realizado com corte via seca ou via úmida.



FIGURA 5-19 – CORTE MECANICO DO PERÍMETRO DEMARCADO.

5.3.3 Limpeza dos modelos

Neste passo os modelos são limpos de modo a retirar todo o resíduo de pó e água que foram resultantes do processo de corte.

A superfície deve ser limpa de modo a retirar qualquer impureza, se necessário utilizar produto à base de sabão neutro para retirar possíveis impurezas. No processo final de limpeza deixar a superfície seca sem qualquer resíduo.



FIGURA 5-20 – LIMPEZA DAS IMPUREZAS.

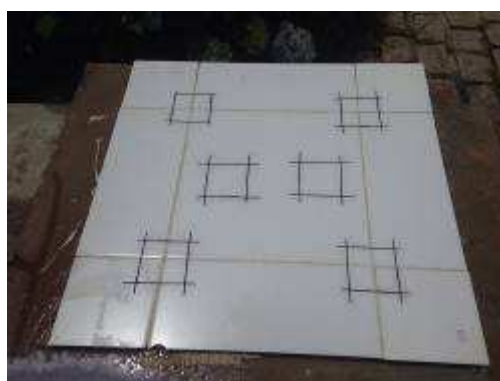


FIGURA 5-21 – ASPECTO DO MODELO AO FINAL DA LIMPEZA.

5.3.4 Colagem das placas metálicas na base cerâmica

As placas metálicas são coladas na superfície da placa cerâmica com o preparo de adesivo epóxi, sendo que sua mistura deverá seguir os procedimentos indicados na embalagem, tanto quanto as questões técnicas de preparo, bem como no que trata-se das questões de atendimento as questões de saúde e segurança consultando a ficha apropriada.

Deve-se tomar cuidado com a pasta de epóxi para que ela não penetre nos cortes perimetrais que foram executados, pois se isto ocorrer poderão ocorrer desvios nos resultados do ensaio de arrancamento.



FIGURA 5-22 – PREPARAÇÃO DA COLA



FIGURA 5-23 – APLICAÇÃO DA COLA



5.4.5 Execução do ensaio de arrancamento com o aparelho Aderímetro

Para a execução dos arrancamentos as placas foram remarcadas para que a identificação das amostras fossem facilmente verificada. Assim as placas foram marcadas como:

Tipo 1) cerâmica base esmaltada: três placas base seriam ensaiadas, tipo 1A), 1B), e 1C), então elas assim foram denominadas e cada placa metálica colada na superfície foi numerada de 1 a 6, conforme foto a seguir:

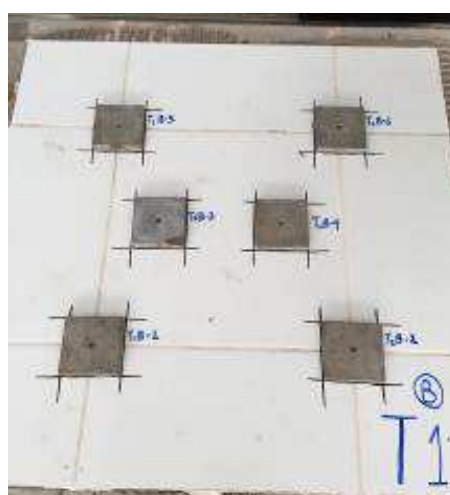


FIGURA 5-26 – MODELO TIPO 01.

Tipo 2) cerâmica base acetinada: três placas base seriam ensaiadas, tipo 2A), 2B), e 2C), então elas assim foram denominadas e cada placa metálica colada na superfície foi numerada de 1 a 6, conforme foto a seguir:

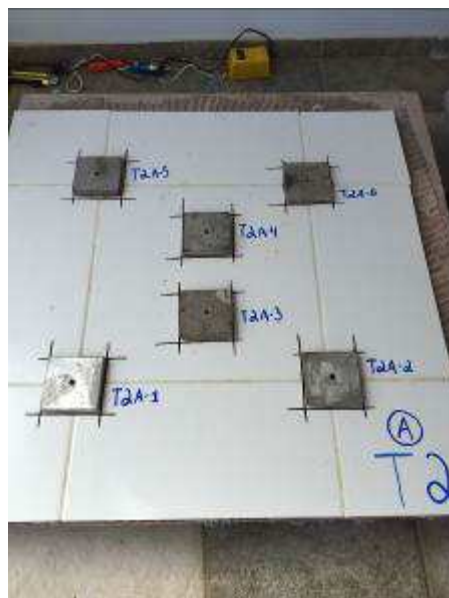


FIGURA 5-27 – MODELO TIPO 02.

Tipo 3) cerâmica base antiderrapante: três placas base seriam ensaiadas, tipo 3A), 3B), e 3C), então elas assim foram denominadas e cada placa metálica colada na superfície foi numerada de 1 a 6, conforme foto a seguir:

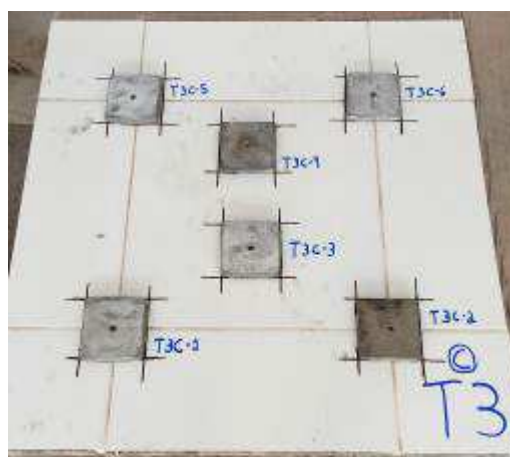


FIGURA 5-28 – MODELO TIPO 03.

O método estabelecido na norma NBR 14081-4, que utilizamos para a realização do ensaio de arrancamento para determinação da resistência de aderência por tração simples, adaptada ao nosso caso para o ensaio de argamassa de assentamento de revestimentos cerâmicos no sistema piso sobre piso.

O aparelho utilizado foi o Aderímetro, que conforme a NBR descrita, permite que o ensaio seja realizado com uma velocidade de carregamento uniforme de (250 ± 50) N/s.

O equipamento utilizado está demonstrado na foto a seguir:



As pastilhas metálicas utilizadas tinham 100mm de aresta e espessura aproximada de 10mm, no centro das placas metálicas existia uma rosca, onde através de uma barra rosca esta rosca era interligada ao aparelho que faz o esforço de tração simples do conjunto.

O ensaio foi realizado e cada medição do arrancamento anotada.

Como resultado geral das placas foram obtidas as seguintes imagens:

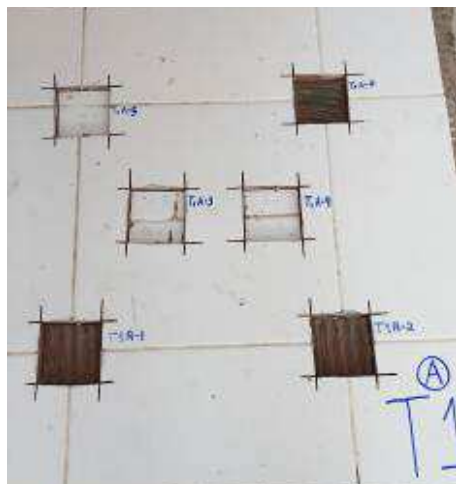


FIGURA 5-31 - CERÂMICA TIPO 1-A.

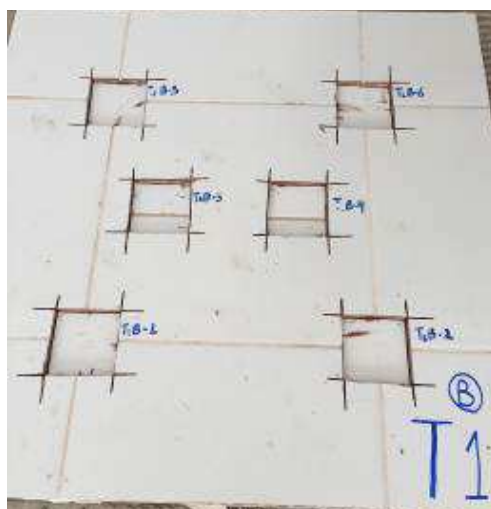


FIGURA 5-32 - CERÂMICA TIPO 1-B

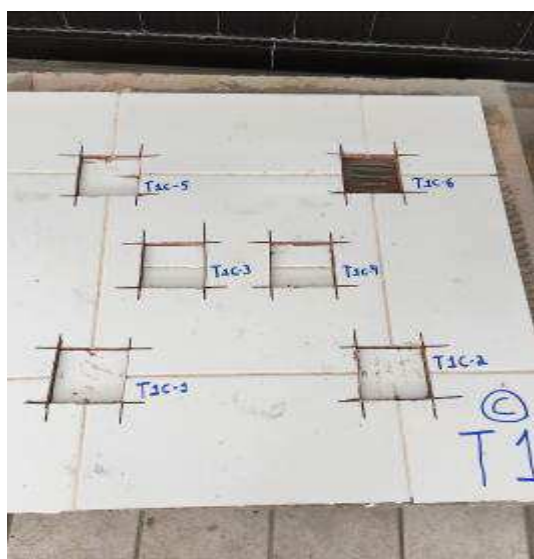


FIGURA 5-33 - CERÂMICA TIPO 1-C.

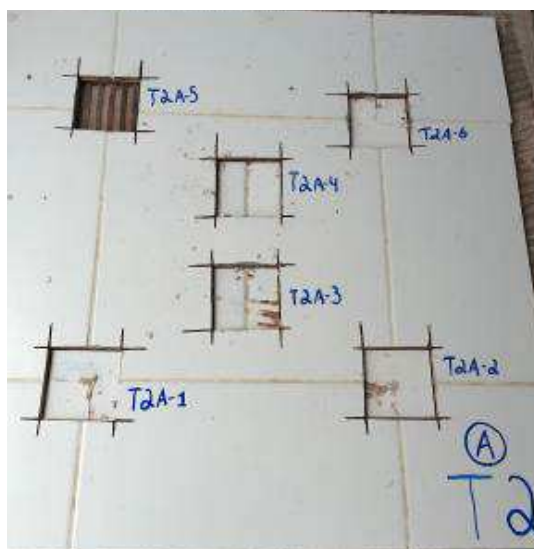


FIGURA 5-34 - CERÂMICA TIPO 2-A.

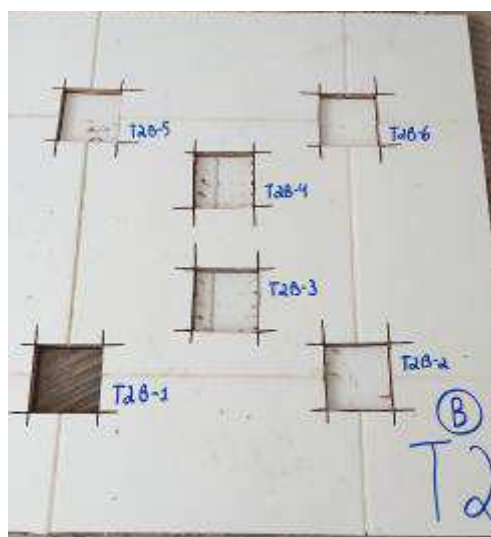


FIGURA 5-35 - CERÂMICA TIPO 2-B.

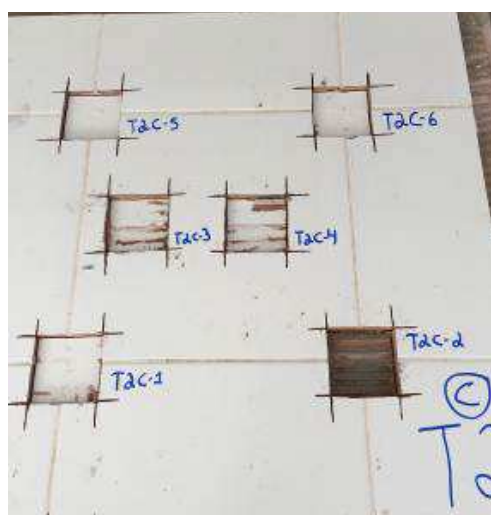


FIGURA 5-36 - CERÂMICA TIPO 2-C.

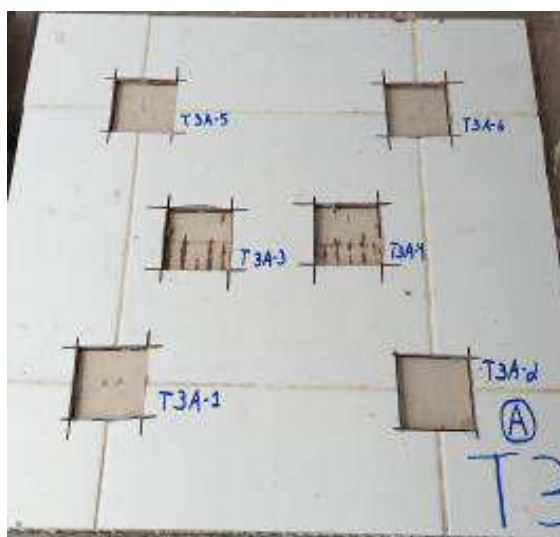


FIGURA 5-37 - CERÂMICA TIPO 3-A.

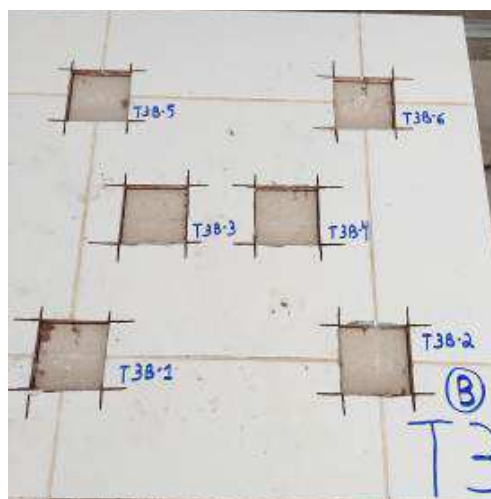


FIGURA 5-38 - CERÂMICA TIPO 3-B.

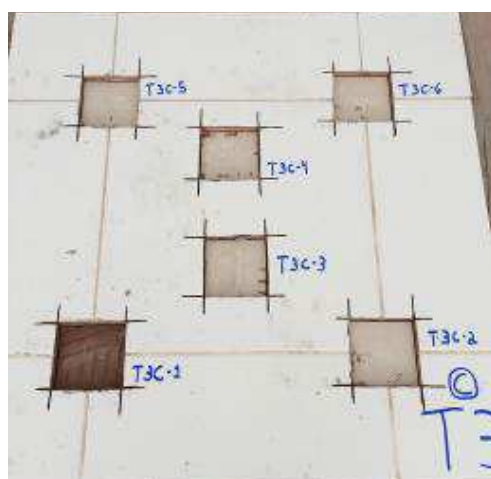


FIGURA 5-39 - CERÂMICA TIPO 3-C.

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização dos ensaios dos modelos, estes com idade de 45 dias de idade de colagem e cura normal, foram obtidas e elaboradas as tabelas a seguir com as resistências a tração em MPa.

5.4.1 Resultado do ensaio placa cerâmica esmaltada

a) Tabela inicial obtida para as amostras do tipo 1, cerâmica esmaltada, sem descarte dos resultados (conforme NBR 14081-4, item 7.2.1, ABNT, 2012):

Identificação do Corpo de Prova				Leitura manom. (Kgf)	Carga de ruptura (KN)	Valor da Tensão de aderência do sistema de revestimento - RA (MPa)
Nº	Amostra	Base	Área (mm ²)			
T1A	1	Esmaltado	9886	30	0,3	0,03
T1A	2	Esmaltado	9556	13	0,13	0,01
T1A	3	Esmaltado	9995	98	0,96	0,1
T1A	4	Esmaltado	9879	172	1,67	0,17
T1A	5	Esmaltado	9981	156	1,52	0,15
T1A	6	Esmaltado	9697	125	1,22	0,13
Média placa 01						0,10
T1B	1	Esmaltado	10379	36	0,35	0,03
T1B	2	Esmaltado	10470	193	1,88	0,18
T1B	3	Esmaltado	10191	118	1,15	0,11
T1B	4	Esmaltado	11039	101	0,98	0,09
T1B	5	Esmaltado	10215	133	1,3	0,13
T1B	6	Esmaltado	10260	194	1,89	0,18
Média placa 02						0,12
T1C	1	Esmaltado	10313	104	1,01	0,1
T1C	2	Esmaltado	10303	122	1,19	0,12
T1C	3	Esmaltado	10132	105	1,02	0,1
T1C	4	Esmaltado	10518	125	1,22	0,12
T1C	5	Esmaltado	10342	150	1,46	0,14
T1C	6	Esmaltado	10076	53	0,52	0,05
Média placa 03						0,11
Média base Esmaltada						0,11

TABELA 5-1 DADOS DO MODELO TIPO 1 (A, B, e C), CERÂMICA ESMALTADA, SEM TRATAMENTO DA MÉDIA.

b) Tabela com tratamento conforme item 7.2.1 na NBR 14081-4, onde para as médias iguais e superiores a 0,30 MPa, descartar todos os resultados que se distanciarem mais de 20% da média. Para média inferior a 0,30 MPa, descartar os resultados que se distanciarem da média mais que 0,06 MPa. Os dados tratados para as peças esmaltadas são apresentados na tabela a seguir:

Identificação do Corpo de Prova				Leitura manom. (Kgf)	Carga de ruptura (KN)	Valor da Tensão de aderência do sistema de revestimento - RA (MPa)	Tipo de Ruptura
Nº	Amostra	Base	Área (mm²)				
T1A	1	Esmaltado	9886	30	0,3		*Tipo C
T1A	2	Esmaltado	9556	13	0,13		*Tipo C
T1A	3	Esmaltado	9995	98	0,96	0,1	**Tipo D
T1A	4	Esmaltado	9879	172	1,67		**Tipo D
T1A	5	Esmaltado	9981	156	1,52	0,15	**Tipo D
T1A	6	Esmaltado	9697	125	1,22	0,13	*Tipo C
Média placa 01						0,13	
T1B	1	Esmaltado	10379	36	0,35		**Tipo D
T1B	2	Esmaltado	10470	193	1,88	0,18	**Tipo D
T1B	3	Esmaltado	10191	118	1,15	0,11	**Tipo D
T1B	4	Esmaltado	11039	101	0,98	0,09	**Tipo D
T1B	5	Esmaltado	10215	133	1,3	0,13	**Tipo D
T1B	6	Esmaltado	10260	194	1,89	0,18	**Tipo D
Média placa 02						0,14	
T1C	1	Esmaltado	10313	104	1,01	0,1	**Tipo D
T1C	2	Esmaltado	10303	122	1,19	0,12	**Tipo D
T1C	3	Esmaltado	10132	105	1,02	0,1	**Tipo D
T1C	4	Esmaltado	10518	125	1,22	0,12	**Tipo D
T1C	5	Esmaltado	10342	150	1,46	0,14	**Tipo D
T1C	6	Esmaltado	10076	53	0,52		*Tipo C
Média placa 03						0,12	
Média base Esmaltada						0,13	
DESVIO PADRÃO			0,03				
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO			23%				
*Tipo C = Armagamassa ACI / Piso Cerâmico							
**Tipo D = Piso Cerâmico / Agamassa Piso sobre Piso							

TABELA 5-2 DADOS DO MODELO TIPO 1 (A, B, e C), CERÂMICA ESMALTADA, COM TRATAMENTO DA MÉDIA.

Observando-se a tabela 5-2 acima, com os itens em amarelo excluídos devido a análise referenciada na Norma, verifica-se que a média dos modelos de cerâmica esmaltada, passou de 0,11 MPa para 0,13 MPa, após o

tratamento estatístico do ensaio de arrancamento a tração, ou seja, houve um acréscimo da resistência em aproximadamente 18%.

O valor máximo individual encontrado após a recomendação da Norma foi de 0,18 MPa, que ocorreram nas amostras T1B-2 e T1B-6, que apresentaram uma resistência aproximada à tração da argamassa 63% maiores quando comparadas com a média.

O menor valor individual encontrado após a recomendação da Norma foi de 0,09 MPa, que ocorreu na amostra T1B-4, que apresentou uma resistência aproximada à tração da argamassa 18% menores quando comparadas com a média.

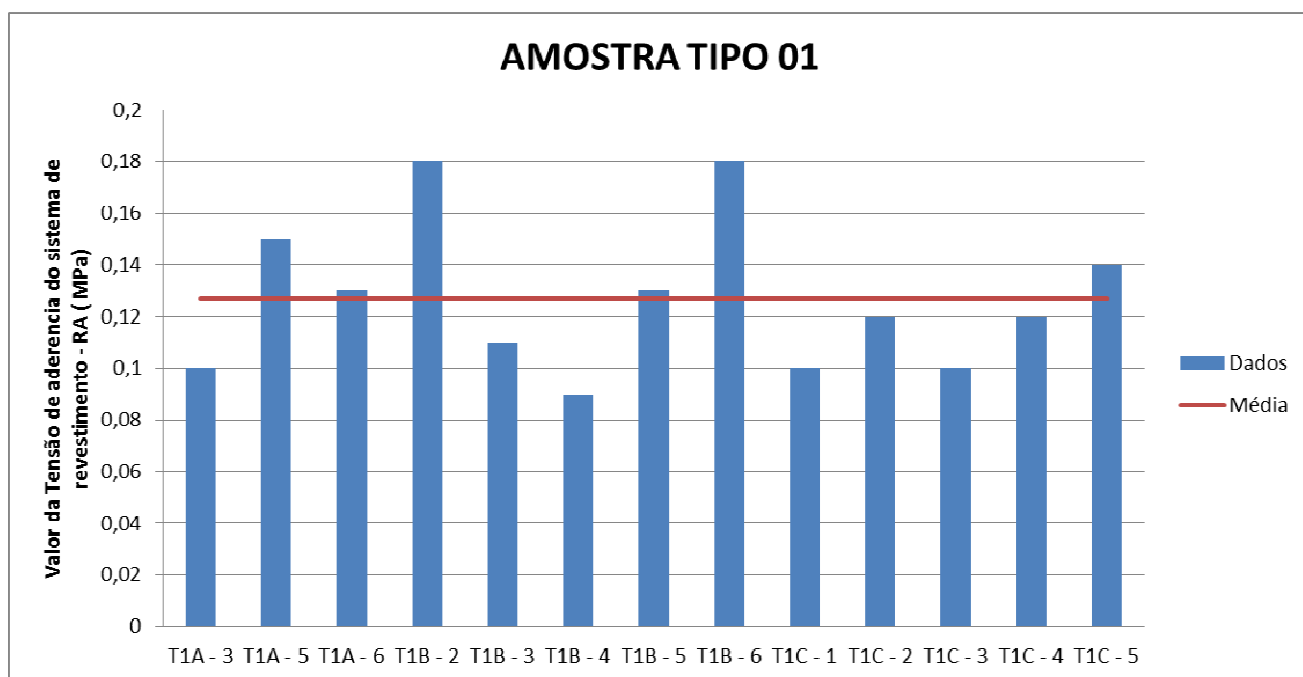


GRÁFICO 5-1 - APRESENTAÇÃO DADOS AMOSTRA TIPO 01.

Comparando os resultados com o parâmetro determinado na NBR 14.081 – 1 (ABNT, 2012), verificamos que os valores obtidos nos ensaios para a resistência à tração representam cerca de 25% do estipulado como valor mínimo (0,5 MPa).

5.4.2 Resultado do ensaio placa cerâmica acetinada

a) Tabela Inicial obtida para as amostras do tipo 2, cerâmica acetinada:

Identificação do Corpo de Prova				Leitura manom. (Kgf)	Carga de ruptura (KN)	Valor da Tensão de aderência do sistema de revestimento - RA (Mpa)
Nº	Amostra	Base	Área (mm²)			
T2A	1	Acetinada	10379	36	0,35	0,03
T2A	2	Acetinada	10470	193	1,88	0,18
T2A	3	Acetinada	10191	118	1,15	0,11
T2A	4	Acetinada	11039	101	0,98	0,09
T2A	5	Acetinada	10215	133	1,3	0,13
T2A	6	Acetinada	10260	194	1,89	0,18
Média placa 01						0,12
T2B	1	Acetinada	10551	98	0,96	0,09
T2B	2	Acetinada	10314	244	2,37	0,23
T2B	3	Acetinada	10761	70	0,68	0,06
T2B	4	Acetinada	10254	150	1,46	0,14
T2B	5	Acetinada	10327	145	1,41	0,14
T2B	6	Acetinada	10327	253	2,46	0,24
Média placa 02						0,15
T2C	1	Acetinada	10473	204	1,98	0,19
T2C	2	Acetinada	10469	198	1,93	0,18
T2C	3	Acetinada	10219	186	1,81	0,18
T2C	4	Acetinada	10360	236	2,3	0,22
T2C	5	Acetinada	10153	243	2,36	0,23
T2C	6	Acetinada	10215	202	1,97	0,19
Média placa 03						0,20
Média base Acetinada						0,16

TABELA 5-3 - DADOS DO MODELO TIPO 2 (A, B, e C), CERÂMICA ACETINADA, SEM TRATAMENTO DA MÉDIA.

b) Tabela com tratamento conforme item 7.2.1 na NBR 14081-4, onde para as médias iguais e superiores a 0,30 MPa, descartar todos os resultados que se distanciarem mais de 20% da média. Para média inferior a 0,30 MPa, descartar os resultados que se distanciarem da média mais que 0,06 MPa. Os dados tratados para as peças acetinadas são apresentados na tabela a seguir:

Identificação do Corpo de Prova				Leitura manom. (Kgf)	Carga de ruptura (KN)	Valor da Tensão de aderência do sistema de revestimento - RA (MPa)	Tipo de Ruptura
Nº	Amostra	Base	Área (mm²)				
T2A	1	Acetinada	10379	36	0,35		**Tipo D
T2A	2	Acetinada	10470	193	1,88	0,18	**Tipo D
T2A	3	Acetinada	10191	118	1,15	0,11	**Tipo D
T2A	4	Acetinada	11039	101	0,98	0,09	**Tipo D
T2A	5	Acetinada	10215	133	1,3	0,13	*Tipo C
T2A	6	Acetinada	10260	194	1,89	0,18	**Tipo D
Média placa 01						0,14	
T2B	1	Acetinada	10551	98	0,96	0,09	*Tipo C
T2B	2	Acetinada	10314	244	2,37	0,23	**Tipo D
T2B	3	Acetinada	10761	70	0,68		**Tipo D
T2B	4	Acetinada	10254	150	1,46	0,14	**Tipo D
T2B	5	Acetinada	10327	145	1,41	0,14	**Tipo D
T2B	6	Acetinada	10327	253	2,46	0,24	**Tipo D
Média placa 02						0,17	
T2C	1	Acetinada	10473	204	1,98	0,19	**Tipo D
T2C	2	Acetinada	10469	198	1,93	0,18	*Tipo C
T2C	3	Acetinada	10219	186	1,81	0,18	**Tipo D
T2C	4	Acetinada	10360	236	2,3	0,22	**Tipo D
T2C	5	Acetinada	10153	243	2,36	0,23	**Tipo D
T2C	6	Acetinada	10215	202	1,97	0,19	**Tipo D
Média placa 03						0,20	
Média base Acetinada						0,17	
DESVIO PADRÃO			0,05				
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO			29%				
*Tipo C = Argamassa ACI / Piso Cerâmico							
**Tipo D = Piso Cerâmico / Argamassa Piso sobre Piso							

TABELA 5-4 - DADOS DO MODELO TIPO 2 (A, B, e C), CERÂMICA ACETINADA, COM TRATAMENTO DA MÉDIA.

Observando-se a tabela 5-4 acima, com os itens em amarelo excluídos devido a análise referenciada na Norma, verifica-se que a média dos modelos de cerâmica acetinada, passou de 0,16 MPa para 0,17 MPa, após o tratamento estatístico do ensaio de arrancamento a tração, ou seja, houve um acréscimo da resistência em aproximadamente 6,50%.

O valor máximo individual encontrado após a recomendação da Norma foi de 0,24 MPa, que ocorreu na amostra T2B, que apresentou uma resistência aproximada à tração da argamassa 41,20% maior quando comparada com a média.

O menor valor individual encontrado após a recomendação da Norma foi de 0,09 MPa, que ocorreu tanto na amostra T2A-4, quanto na amostra T2B-1, que apresentaram uma resistência aproximada à tração da argamassa 47% menores quando comparadas com a média.

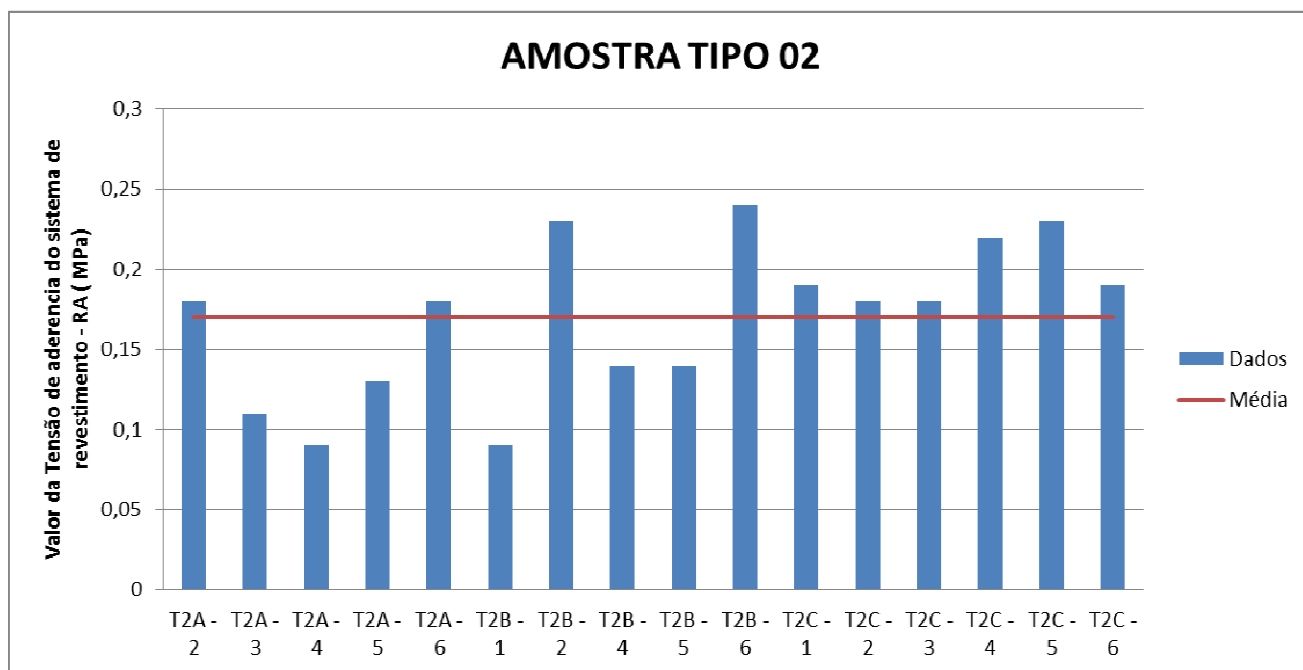


GRÁFICO 5-2 – APRESENTAÇÃO DADOS AMOSTRA TIPO 02.

Comparando os resultados com o parâmetro determinado na NBR 14081 – 1 (ABNT, 2012), verificamos que os valores obtidos nos ensaios para a resistência à tração representam cerca de 34% do estipulado como valor mínimo (0,5 MPa).

5.4.3 Resultado do ensaio placa cerâmica antiderrapante

a) Tabela inicial obtida para as amostras do tipo 3, cerâmica antiderrapante:

Identificação do Corpo de Prova				Leitura manom. (Kgf)	Carga de ruptura (KN)	Valor da Tensão de aderência do sistema de revestimento - RA (MPa)
Nº	Amostra	Base	Área (mm²)			
T3A	1	Anti-De	9822	202	1,97	0,2
T3A	2	Anti-De	10388	180	1,75	0,17
T3A	3	Anti-De	9995	192	1,87	0,19
T3A	4	Anti-De	9911	120	1,17	0,12
T3A	5	Anti-De	9909	46	0,45	0,05
T3A	6	Anti-De	10033	212	2,06	0,21
Média placa 01						0,16
T3B	1	Anti-De	9890	179	1,74	0,18
T3B	2	Anti-De	10279	157	1,53	0,15
T3B	3	Anti-De	10166	265	2,58	0,25
T3B	4	Anti-De	10268	190	1,85	0,18
T3B	5	Anti-De	10247	182	1,77	0,17
T3B	6	Anti-De	10442	169	1,64	0,16
Média placa 02						0,18
T3C	1	Anti-De	10448	52	0,51	0,05
T3C	2	Anti-De	10223	204	1,98	0,19
T3C	3	Anti-De	11185	256	2,49	0,22
T3C	4	Anti-De	10278	273	2,65	0,26
T3C	5	Anti-De	10360	182	1,77	0,17
T3C	6	Anti-De	10212	146	1,42	0,14
Média placa 03						0,17
Média base anti-derrapante						0,17

TABELA 5-5 - DADOS DO MODELO TIPO 3 (A, B, e C), CERÂMICA ANTI-DERRAPANTE, SEM TRATAMENTO DA MÉDIA.

b) Tabela com tratamento conforme item 7.2.1 na NBR 14081-4, onde para as médias iguais e superiores a 0,30 MPa, descartar todos os resultados que se distanciarem mais de 20% da média. Para média inferior a 0,30 MPa, descartar os resultados que se distanciarem da média mais que 0,06 MPa. Os dados tratados para as peças antiderrapantes são apresentados na tabela a seguir:

Identificação do Corpo de Prova				Leitura manom. (Kgf)	Carga de ruptura (KN)	Valor da Tensão de aderência do sistema de revestimento - RA (MPa)	Tipo de Ruptura
Nº	Amostra	Base	Área (mm²)				
T3A	1	Anti-De	9822	202	1,97	0,2	**Tipo D
T3A	2	Anti-De	10388	180	1,75	0,17	**Tipo D
T3A	3	Anti-De	9995	192	1,87	0,19	**Tipo D
T3A	4	Anti-De	9911	120	1,17	0,12	**Tipo D
T3A	5	Anti-De	9909	46	0,45		**Tipo D
T3A	6	Anti-De	10033	212	2,06	0,21	**Tipo D
Média placa 01						0,18	
T3B	1	Anti-De	9890	179	1,74	0,18	**Tipo D
T3B	2	Anti-De	10279	157	1,53	0,15	**Tipo D
T3B	3	Anti-De	10166	265	2,58		**Tipo D
T3B	4	Anti-De	10268	190	1,85	0,18	**Tipo D
T3B	5	Anti-De	10247	182	1,77	0,17	**Tipo D
T3B	6	Anti-De	10442	169	1,64	0,16	**Tipo D
Média placa 02						0,17	
T3C	1	Anti-De	10448	52	0,51		*Tipo C
T3C	2	Anti-De	10223	204	1,98	0,19	**Tipo D
T3C	3	Anti-De	11185	256	2,49	0,22	**Tipo D
T3C	4	Anti-De	10278	273	2,65		**Tipo D
T3C	5	Anti-De	10360	182	1,77	0,17	**Tipo D
T3C	6	Anti-De	10212	146	1,42	0,14	**Tipo D
Média placa 03						0,18	
Média base anti-derrapante						0,18	
DESVIO PADRÃO			0,03				
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO			15%				
*Tipo C = Armagamassa ACI / Piso Cerâmico							
**Tipo D = Piso Cerâmico / Agamassa Piso sobre Piso							

TABELA 5-6 - DADOS DO MODELO TIPO 3 (A, B, e C), CERÂMICA ANTI-DERRAPANTE, COM TRATAMENTO DA MÉDIA

Observando-se a tabela 5-6 acima, com os itens em amarelo excluídos devido a análise referenciada na Norma, verifica-se que a média dos modelos de cerâmica acetinada, passou de 0,17 MPa para 0,18 MPa, após o tratamento estatístico do ensaio de arrancamento a tração, ou seja, houve um acréscimo da resistência em aproximadamente 5,90%.

O valor máximo individual encontrado após a recomendação da Norma foi de 0,22 MPa, que ocorreu na amostra T3C, que apresentou uma resistência aproximada à tração da argamassa 22,22% maior quando comparada com a média.

O menor valor individual encontrado após a recomendação da Norma foi de 0,12 MPa, que ocorreu na amostra T3A-4, que apresentou uma resistência aproximada à tração da argamassa 33% menor quando comparada com a média.

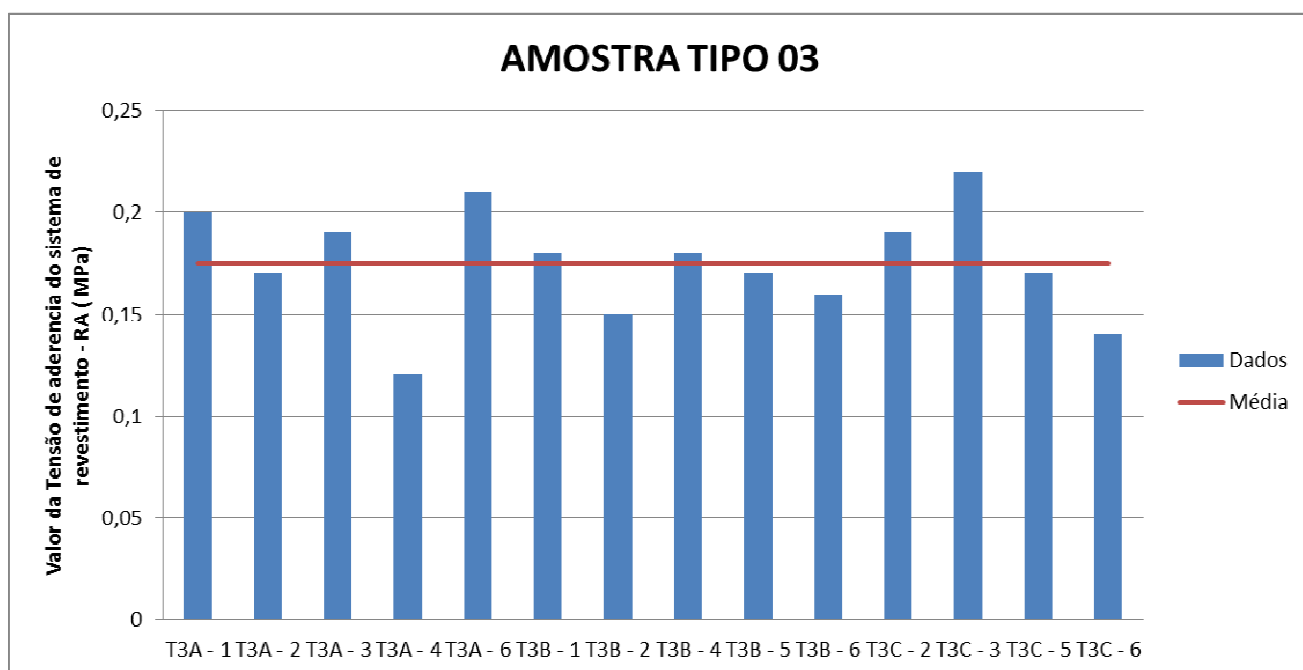


GRÁFICO 5-3 - APRESENTAÇÃO DADOS AMOSTRA TIPO 03

Comparando os resultados com o parâmetro determinado na NBR 14081 – 1 (ABNT, 2012), verificamos que os valores obtidos nos ensaios para a resistência à tração representam cerca de 36% do estipulado como valor mínimo (0,5 MPa).

5.4.4 Análise do ponto mais frágil de ruptura

Observando as amostras do ensaio, verificamos os tipos de ruptura que ocorreram no sistema de argamassa colante piso sobre piso, para tanto elaboramos uma tabela com os percentuais para os casos de ruptura que houveram no presente trabalho:

TIPO DE BASE DE ASSENTAMENTO	RUPTURA ENTRE ARGAMASSA ACI / 1ª CAMADA DE REVESTIMENTO	RUPTURA ENTRE 1ª CAMADA DE REVESTIMENTO / ARGAMASSA PISO SOBRE PISO
BASE ESMALTADA	15%	85%
BASE ACETINADA	13%	88%
BASE ANTI-DERRAPANTE	0%	100%
% MÉDIO DE RUPTURA:	9%	91%

TABELA 5-7 – ANÁLISE DE RUPTURAS

5.4.5 Análise comparativa entre do ensaio de arrancamento

Para esta análise serão tomados os dados apresentados na média dos ensaios de arrancamento à tração simples dos modelos ensaiados para o sistema argamassa piso sobre piso (cerâmicas: esmaltada, acetinada e antiderrapante).

Os dados da média de tensões dos três modelos estão representados abaixo de modo gráfico:

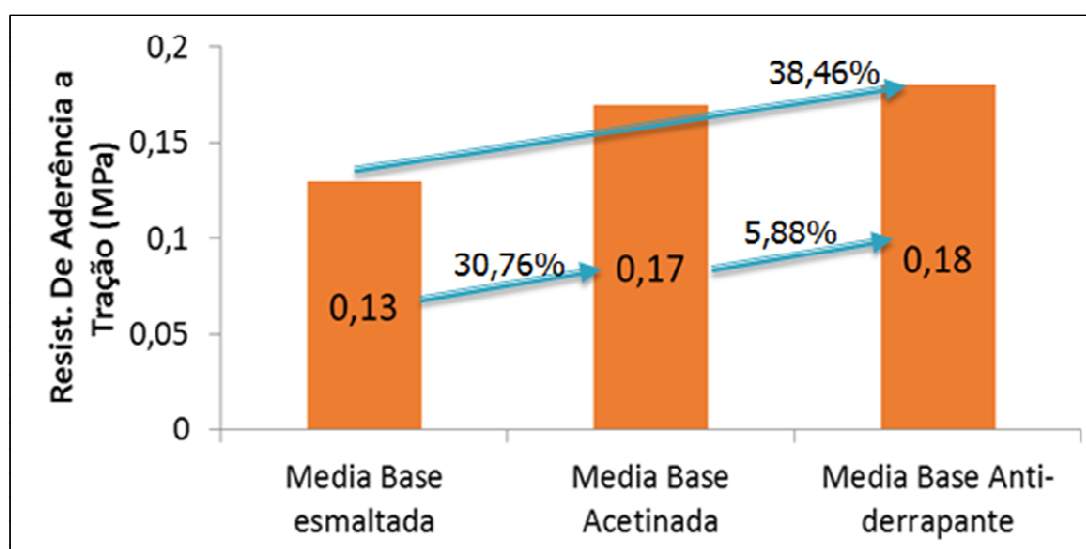


GRÁFICO 5-4 - MÉDIA DE TENSÕES DOS MODELOS

Verificando o gráfico acima, tem-se que ocorreu um aumento de 30,76%, na resistência média do ensaio de aderência a tração, quando comparado o modelo de base com cerâmica acetinada frente ao modelo de

base com cerâmica esmaltada. Além disto, verificou-se que utilizando-se o modelo de base antiderrapante este apresentou um aumento de 38,46%, frente a base com cerâmica esmaltada.

Comparando os resultados da cerâmica acetinada e antiderrapante, verifica-se que a diferença na resistência média do ensaio, foi de 5,88%, com este valor sendo representado pela base antiderrapante.

5.4.6 Comparativo entre os valores obtidos com trabalho publicado

Dentre o material que foi consultado para embasamento deste trabalho, verificamos a existência de um trabalho que foi elaborado pelo Engenheiro Eduardo Pereira (2012), trabalho este elaborado com fins de obtenção de título de Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Engenharia da Construção Civil da Universidade Federal do Paraná para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Construção Civil com Área de Concentração em Materiais e Estruturas, orientado pela Prof^a. Dra. Marianne do Rocio de Mello Maron da Costa.

Comparamos os resultados obtidos no trabalho de Pereira (2012), para os ensaios de resistência de revestimentos do tipo piso sobre piso, assentados para revestimento externo, com os resultados obtidos no presente trabalho, para o revestimento do tipo antiderrapante, conforme tabela abaixo:

AMOSTRA	Resistência de Aderência à Tração (MPa)	
	30 dias	45 dias
A - PEREIRA, 2012	0,60	-
B - PEREIRA, 2012	0,60	-
C - PEREIRA, 2012	0,90	-
D - PEREIRA, 2012	1,00	-
TIPO 03 - Anti-Derrapante	-	0,18

TABELA 5-8 – COMPARATIVO DE RESULTADOS

Verificamos uma diferença entre os resultados obtidos, sendo maiores que o dobro da resistência obtida em relação aos nossos dados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho analisou a resistência de aderência a tração de uma argamassa colante no sistema piso sobre piso, em três tipos de base de assentamento, ou seja, sobre placas cerâmicas com acabamento esmaltado, com acabamento acetinado e por último com acabamento antiderrapante. Para tanto, foi escolhida uma argamassa colante piso sobre piso utilizada no mercado e aplicada nos modelos elaborados para realização do ensaio.

Este trabalho não se referenciou diretamente a uma norma da ABNT, para análise de seus resultados, pois ainda não está disponível uma norma da ABNT para este tipo de sistema de utilização de argamassa colante. Mas para que pudesse ser feito um processo comparativo, foi utilizada a NBR 14081:1 (ABNT, 2012), para análise dos resultados.

Constamos que o ponto mais frágil de ruptura é na interface do revestimento base (cerâmica esmaltada ou cerâmica acetinada ou cerâmica antiderrapante), com a argamassa piso sobre piso, sendo que este tipo de ruptura ocorreu em 91% dos casos.

Conforme os resultados obtidos na comparação entre os tipos de cerâmica, verificamos que o percentual de resistência de aderência a tração é maior quanto maior a rugosidade da base cerâmica de assentamento da camada da argamassa piso sobre piso.

Os resultados obtidos de resistência de aderência a tração para o sistema de argamassa piso sobre piso, se comparados a NBR 14081:1 (ABNT, 2012), possuem valores inferiores aos mínimos prescritos por esta norma.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 13753 - Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 9817 – Execução de piso com revestimento cerâmico – Procedimento.** Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 13528 – Revestimento de paredes e teto de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração,** Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 13753 – Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento,** Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13754 – Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento,** Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13755 – Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento,** Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 13816 - Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia.** Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 13817 - Placas cerâmicas para revestimento – Classificação.** Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 13818 - Placas cerâmicas para revestimento – Especificações e métodos de ensaios.** Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 14081 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas –** Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 14086 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Determinação da densidade de massa aparente –** Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 14992 - A.R. - Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas - Requisitos e métodos de ensaios** – Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 15825 – Qualificação de pessoas para construção civil – Perfil profissional do assentador e do rejuntador de placas cerâmicas e porcelanato para revestimentos**, Rio de Janeiro, 2010.

BUSSAB, W. O.; MORETIN, P. A.. **Estatística Básica**, São Paulo, Saraiva, 2010.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. L. M.. **Projeto e execução de revestimentos cerâmicos**. 1ª Ed., São Paulo, Nome da Rosa, 2003.

CARASEK, H.. **Materiais de construção civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais - Volume 2**, São Paulo, IBRACON, 2007

COSTA, Marienne do Rocio de Mello Maron da. **Análise comparativa de argamassas colantes de mercado através de parâmetros reológicos**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

DAL BÓ, M.; MELCHIADES, F. G.; BOSHI, A. O.; HOTZA, D.. **EFEITO DAS PROPRIEDADES DOS EMALTES E ENGOBES SOBRE A CURVATURA DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS, CERÂMICA**, vol. 58 nº 345, São Paulo, 2012.

EQUIPE DE OBRA. São Paulo: PINI, 2010.

MACIEL, L.; BARROS, M.; SABBATINI, F.. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**, 1998, São Paulo – SP.

PAMESA. **Manual de assentamento de revestimento cerâmico**, São Paulo (20--).

PEREIRA, E. **Estudo da influência das propriedades de argamassas colantes na resistência de aderência de revestimentos cerâmicos aplicados no assentamento de piso sobre piso**, 2012. Programa de pós-graduação em engenharia de construção civil – Universidade Federal do Paraná.

REBELO, CARLOS DA ROCHA. **Projeto e Execução de Revestimento Cerâmico**, Belo Horizonte, MG, 2010. Originalmente apresentado como dissertação de mestrado, Escola de engenharia UFMG.

SABBATINI, F.; BARROS, M. M. S. B.. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos em Alvenaria**. São Paulo, EP USP – PCC, 1990. (Relatório CPqDCC n 20050-EP/ENCOL-6).

SABBATINI, F.; MEDEIROS, J.. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1999.

SANTOS, H. B.. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento**, 2008, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG.

TRIOLA, M. F.. **Introdução à Estatística**. 9ª Edição, São Paulo, 1983.

<http://www.casadagua.com/dicas/argamassa-piso-sobre-piso-aplicacao-e-vantagens/>