



**ESTUDO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA EM
ARGAMASSAS COLANTES
DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS APLICADOS NO
ASSENTAMENTO DE PISO SOBRE PISO**

VILA VELHA
2014



LEONARDO FERNANDES DO NASCIMENTO
RODOLFO GIACOMIM MENDES DE ANDRADE
ROBSON ANTUNES DE CARVALHO

**ESTUDO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA EM
ARGAMASSAS COLANTES
DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS APLICADOS NO
ASSENTAMENTO DE PISO SOBRE PISO**

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

Orientador: Prof. Msc. Leonardo Roncetti.

Co-orientador: Prof. Msc. Luís César De Luca.

VITÓRIA
2014

AGRADECIMENTOS

Ao Engenheiro Civil Prof. Msc. Leonardo Roncetti pela valiosa colaboração na estruturação deste trabalho.

Agradecemos também aos nossos familiares e amigos pela compreensão de que a minha ausência era necessária e que pacientemente apesar disto mantiveram-se presentes em todos os momentos.

Aos colegas de Pós-graduação que compartilharam conosco nos apoiaram nesse caminho tão fascinante que é a busca pelo conhecimento.

A empresa BRASCONTEC e seus técnicos de laboratório, em especial o Engenheiro Civil Felipe Carvalho Bungenstab, pela ajuda com o ensaio de resistência de aderência.

FOLHA DE APROVAÇÃO

ESTUDO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA EM ARGAMASSAS COLANTES DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS APLICADOS NO ASSENTAMENTO DE PISO SOBRE PISO

Por

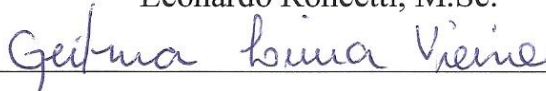
LEONARDO FERNANDES DO NASCIMENTO
RODOLFO GIACOMIM MENDES DE ANDRADE
ROBSON ANTUNES DE CARVALHO

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

Vila Velha (ES) 13 de Dezembro de 2014.



Leonardo Roncetti, M.Sc.



Geilma Lima Vieira, Dra.



Mayra Moreira de Almeida, M.Sc.

RESUMO

Um sistema de revestimento cerâmico normalmente é assentado sobre um substrato padrão que a norma até então trata como um conjunto poroso e que quando especificado conforme determinam às normas vigentes formando têm-se as suas camadas aderidas e contínua. Com o advento dos conceitos de sustentabilidade, aliado à sistematização da construção civil em otimizar custos e racionalizar tempo, indústria de argamassas disseminou um número expressivo de produtos para o assentamento de sistemas comumente chamado de “ piso sobre piso”. Tendo em vista que as normas brasileiras vigentes não tratam especificamente sobre esse sistema é importante discutir as especificações desse sistema, tanto para o aperfeiçoamento de fabricação quanto para o controle desse tipo de produto quando chega ao consumidor final. Este trabalho aborda a resistência de aderência de revestimentos assentados através do sistema de “ piso sobre piso”, que consiste no assentamento de uma nova camada cerâmica, utilizando-se argamassa colante especial para esta aplicação, em sobreposição a um sistema de revestimento cerâmico já existente. A eficiência desse sistema de revestimento da perfeita ancoragem das novas peças cerâmicas ao conjunto pré-existente. Dentro deste contexto, este trabalho investigou se o tipo de superfície da cerâmica base, existente no conjunto antigo, influenciam na aderência entre os componentes do sistema de revestimento cerâmico aplicado.

Palavras chave: argamassa, piso cerâmico, resistência de aderência, patologia, piso sobre piso.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Váriáveis de Análise.....	20
Figura 2 – Esquema de Sistema de Argamassa Colante.....	26
Figura 3 – Esquema do sistema de Argamassa Convencional.....	26
Figura 4 - Representação esquemática do mecanismo de aderência entre argamassa e substrato cerâmico.....	32
Figura 5 - Revestimento solicitado à tração.....	34
Figura 6 - Revestimento solicitado à compressão.....	35
Figura 7 - Exemplo genérico de um sistema de pisos e seus elementos	42
Figura 8 – Exemplificação de tipos de cerâmica de acordo com seu acabamento superficial	44
Figura 9 Sistema convencional de assentamento de piso	54
Figura 10 - Sistema Piso sobre Piso	55
Figura 11 - Fatores que exercem influência na resistência da aderência de argamassas colantes	56
Figura 12 - Transferência de esforços com argamassa antiga íntegra (a) e argamassa antiga descolada (b)	57
Figura 13 – Materiais recomendados.....	58
Figura 14 – Verificação da planicidade.....	59
Figura 15 – Verificação do piso original	59
Figura 16 – Limpeza do piso original.....	60
Figura 17 – Preparação da argamassa colante.....	61
Figura 18 – Aplicação da argamassa colante	61
Figura 19 – Desenho de cordões	62
Figura 20 – Assentamento da placa – etapa manual.....	63
Figura 21 – Assentamento da placa – etapa com martelo de borracha	63

Figura 22 – Verificação do espalhamento	64
Figura 23 – Aplicação de espaçadores.....	64
Figura 24 – Verificação do nivelamento.....	65
Figura 25 – Limpeza	65
Figura 26 – Exemplo de Piso com fissuras fora do rejunte	67
Figura 27 – Exemplo de Desplacamento de fachadas	68
Figura 28 - Piso descolado no Ginásio Municipal do Parque do Trabalhador	68
Figura 29 – Exemplo de Descolamento de piso residencial	69
Figura 30 - Exemplo de Eflorescência em fachada por ausência de mureta perimetral.....	70
Figura 31 – Exemplo de proliferação de fungo em argamassa de rejunte com cor original cinza.....	70
Figura 32 – Exemplo de Piso manchado por vazamento de óleo de veículo.....	71
Figura 33 - Exemplo de Piso manchado por água.....	72
Figura 34 - Exemplo de Argamassa de preenchimento das juntas deteriorada.....	73
Figura 35 – Esquema básico para o ensaio de tração em argamassas.	75
Figura 36- Esquema da adaptação do ensaio de resistência de aderência em laboratório.....	78
Figura 37 – Preparação do substrato padrão utilizado: placas de Granilite om resistência de 2,00 Mpa.	78
Figura 38 – Argamassa de assentamento do piso de referência (Placa Base) sobre o substrato padrão (Granilite).....	79
Figura 39 – Cerâmica do piso de referência assentada.....	79
Figura 40 – Assentamento das pastilhas cerâmicas sobre piso de referência.....	80
Figura 41 – Vista do Equipamento utilizado no ensaio.....	81
Figura 42 – Vista do Equipamento utilizado no ensaio.....	83

Figura 43 – Vista do das pastilhas utilizadas após o ensaio com a ARGALIT. 87

Figura 44 - Correlação entre os valores de resistência de aderência obtidos variando o parâmetro da superfície da placa cerâmica base - Argamassa A 90

Figura 45 - Correlação entre os valores de resistência de aderência obtidos variando o parâmetro da superfície da placa cerâmica base – Argamassa Q 91

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades fundamentais para argamassas colantes	28
Tabela 2 - Propriedades opcionais para argamassas colantes	29
Tabela 3 – Classificação dos movimentos dos elementos construtivos quanto à sua natureza e à reversibilidade.....	36
Tabela 4 – Grupos de Absorção de Água	45
Tabela 5 - Ensaio de resistência de aderência ARGAMASSA A – Cerâmica Tipo A - Esmaltada.	85
Tabela 6 - Ensaio de resistência de aderência ARGAMASSA A – Cerâmica Tipo B – Não Esmaltada.	86
Tabela 7 - Ensaio de resistência de aderência ARGAMASSA Q – Cerâmica Tipo A – Não Esmaltada.	88
Tabela 8 - Ensaio de resistência de aderência ARGAMASSA Q – Cerâmica Tipo B - Esmaltado.	89

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	5
FOLHA DE APROVAÇÃO	6
RESUMO.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABELAS	11
SUMÁRIO	12
1. INTRODUÇÃO	15
1.1. OBJETO DE ESTUDO.....	15
1.2. PROBLEMA DE PESQUISA.....	14
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. OBJETIVO GERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4. HIPÓTESE	16
1.5. JUSTIFICATIVAS	16
1.5.1. TECNOLÓGICAS	16
1.5.2. ECONÔMICAS	17
1.5.3. SOCIAIS.....	17
1.5.4. ECOLÓGICAS	18
1.6. MÉTODO DE PESQUISA	18
1.7. LIMITAÇÕES DA PESQUISA E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	21
1.8. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	22
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1. SISTEMA DE ARGAMASSA E SUAS PATOLOGIAS	24
2.1.1. <i>HISTÓRICO</i>	24
2.1.2. <i>DEFINIÇÃO SOBRE O SISTEMA</i>	24

2.1.3. O SISTEMA DE ARGAMASSA, SUA COMPOSIÇÃO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.	25
2.1.4. CAMADA DE FIXAÇÃO	30
2.1.5. TENSÕES E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO SISTEMA DE ARGAMASSA.....	33
2.1.6. NORMAS REFERENTES ÀS ARGAMASSAS	38
2.2. SISTEMA DE PISOS E SUAS PATOLOGIAS.....	40
2.2.1. HISTÓRICO DO SISTEMA.....	40
2.2.2. DEFINIÇÃO SOBRE O SISTEMA DE REVESTIMENTO DE PISOS	40
2.2.3. DEFINIÇÃO DE O SISTEMA DE PLACAS CERÂMICAS E SUA COMPOSIÇÃO.....	42
2.2.4. TENSÕES E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO SISTEMA DE PISOS	45
2.2.5. NORMAS REFERENTES AOS SISTEMAS DE PISOS E DESEMPENHO.....	46
3. SISTEMA “PISO SOBRE PISO”	53
3.1. INTRODUÇÃO	53
3.2. COMPOSIÇÃO, DESCRIÇÃO DO SISTEMA PISO SOBRE PISO.	54
3.3. MATERIAIS E EXECUÇÃO DO SISTEMA PISO SOBRE PISO	57
3.3.1. DOS MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS NA EXECUÇÃO DO SISTEMA	57
3.3.2. DA EXECUÇÃO DO SISTEMA.....	58
3.4. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO SISTEMA PISO SOBRE PISO	65
3.4.1. FISSURAS.....	66
3.4.2. DESCOLAMENTOS OU DESPLACAMENTOS	67
3.4.3. EFLORESCÊNCIA, FUNGO E MANCHAS.	69
3.4.4. DETERIORAÇÃO DAS JUNTAS	72

3.5. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL E MATERIAIS UTILIZADOS	
73	
3.6. PLANO DE TRABALHO	73
3.7. VARIÁVEL DE ESTUDO	74
4. ESTUDO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA NO	
ASSENTAMENTO DE PISO SOBRE PISO.....	77
5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	84
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA	
TRABALHOS FUTUROS.....	92
7. ANEXOS.....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

1. INTRODUÇÃO

1.1. OBJETO DE ESTUDO

O crescimento da indústria da Construção Civil no Brasil transformou os centros urbanos das principais cidades brasileiras em um enorme canteiro de obras, com lançamentos imobiliários para os mais variados públicos e bolsos.

De acordo com o 25º Censo Imobiliário do Espírito Santo (SINDUSCON-ES, 2014) cerca de 19 mil novas unidades habitacionais estão em construção e 14 mil unidades vendidas somente na Grande Vitória no ano de 2014. Esse fator aliado ao ritmo de vendas, que continuam aquecidas, reflete o bom momento vivido na construção civil do estado do Espírito Santo.

Para acompanhar essa evolução do mercado e auferir mais lucros nos empreendimentos alguns profissionais ligados ao setor de construção utilizam soluções de caráter duvidoso sem nenhum esmero no atendimento das diretrizes técnicas expostas pelas normas da ABNT ou a padrões já consolidados como corretos (FERREIRA e DÓREA, 2010).

Entretanto nos últimos anos é possível observar uma série de sinistros e falhas em edificações ocasionadas por manifestações patológicas. Segundo estudos levantados pela COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2003), só na cidade de Porto Alegre, constatou-se que 19% das obras correntes ocorrem retrabalho pelo aparecimento de trincas e fissuras que correspondem 41% das patologias, seguidas por deslocamentos de revestimentos com 26%.

A indústria construção civil é uma grande consumidora de argamassas e suas propriedades devem ser criteriosamente analisadas, de modo que o surgimento de patologias seja minimizado e a vida útil potencializada (ALVARENGA, SANTOS, *et al.*, 2013)

Segundo (PREREIRA, 2012):

A resistência de aderência de um sistema de revestimento cerâmico é uma das mais importantes propriedades deste tipo de acabamento, portanto o conhecimento de suas propriedades físicas, e a capacidade de bem avaliar a interação entre os elementos são preceitos básicos para construírem-se revestimentos duráveis.

Nesse sentido, o aperfeiçoamento dos modelos que descrevem os mecanismos de aderência, objetos de estudo deste trabalho, são essenciais, principalmente devido a diferenças nas características dos materiais relativas à porosidade, verificadas tanto em substratos como nas placas (DA COSTA, SILVA e PEREIRA, 2013).

Por se tratar de uma técnica recente o assentamento de “piso sobre piso” apresenta pouco conhecimento sobre as propriedades do sistema o que instiga a necessidade investigações mais detalhadas, visto que os conhecimentos disponíveis, tanto nas normas técnicas quanto na literatura científica referem-se aos sistemas de revestimento cerâmico comum, onde a interação entre a argamassa de assentamento está ligada basicamente por substrato poroso, não sendo levando em consideração as interações da argamassa colante sobre um substrato não poroso, como é o caso para a técnica supracitada, onde as superfícies de placas cerâmicas são as mais variadas possíveis.

Dentro deste contexto, este trabalho verifica o comportamento da resistência de aderência à tração de 02 (duas) argamassas de assentamento cerâmico “piso sobre piso” em função da superfície de assentamento, abordando como substrato pisos de referência esmaltados e não esmaltados.

1.2. PROBLEMA DE PESQUISA

A superfície do piso cerâmico para assentamento de placas cerâmicas em sistema “piso sobre piso” influência na resistência de aderência à tração da argamassa?

1.3. OBJETIVOS

Neste item apresentam-se os objetivos gerais e específicos da pesquisa a ser desenvolvida.

1.3.1. OBJETIVO GERAL

O principal objetivo desse trabalho é analisar a influência da superfície da placa cerâmica (esmaltada e não esmaltada) de base do assentamento “ piso sobre piso” na resistência de aderência à tração da argamassa.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Detalhar as características do sistema de revestimento “ piso sobre piso”, seus componentes, método de execução e possíveis manifestações patológicas.

Parametrizar o ensaio de resistência de aderência à tração prevista pela NBR14081 Parte 4.

Estudar o desempenho dos 02 (dois) principais tipos de argamassas de assentamento “ piso sobre piso” disponíveis no mercado quanto a sua resistência de aderência à tração.

Comparar os resultados obtidos no estudo de desempenho de resistência de aderência das 02 (dois) argamassas de assentamento “ piso sobre piso” com a norma de referência existente a NBR14081-4 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 4 Determinação da resistência de aderência à tração.

1.4. HIPÓTESE

Espera-se que o tipo de superfície da placa cerâmica utilizada (esmaltada e não esmaltada) como referência de assentamento “piso sobre piso” influencie na resistência de aderência a tração das argamassas de assentamento.

Considerando que não existe norma específica para assentamento de “piso sobre piso” espera-se também que os resultados de resistência à tração das argamassas estejam dentro dos parâmetros expostos pela norma de referência NBR14081-4 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 4 Determinação da resistência de aderência à tração.

1.5. JUSTIFICATIVAS

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

1.5.1. TECNOLÓGICAS

O emprego de novas tecnologias na construção civil que dinamiza e dá celeridade aos serviços é indispensável na melhoria continua do produto a ser entregue ao consumidor final.

Por se tratar de uma técnica recente o assentamento de “piso sobre piso” apresenta pouco conhecimento sobre as propriedades do sistema de interligação entre o substrato de assentamento, no caso a cerâmica antiga não porosa, com a camada de fixação, no caso a argamassa especifica para de assentamento “piso sobre piso”.

Essa camada de fixação é a principal responsável pela aderência das placas cerâmicas ao seu substrato, portanto cabe a ela resistir às tensões de tração e cisalhamento que ocorre nessa interface.

Tendo em vista que o esmalte da superfície das placas cerâmicas trata-se de uma cobertura é uma cobertura vitrificada, impermeável, e que um dos mecanismos que contribui para a fixação dessa argamassa acontece por aderência mecânica, onde a ancoragem da pasta de cimento se dá nos poros da base, a resistência de aderência à tração deve passar por uma análise mais detalhada, para melhor fundamentar os métodos empregados e fomentar pesquisa para novos parâmetros e assim comprovar a viabilidade técnica do sistema.

1.5.2. ECONÔMICAS

Na medida em que cresce a produção e a utilização da cerâmica no Brasil para revestir pisos e paredes, exige-se também dos fabricantes de argamassas colantes o desenvolvimento de formulações que atendam a esta demanda, por meio de produtos que satisfaçam os quesitos de desempenho exigidos para este material.

Para a construção civil o sistema de assentamento “piso sobre piso” representa uma economicidade em escala muito grande, tendo em vista que o processo envolve uma geração reduzida de resíduo, por não abranger a demolição do piso antigo, o que reflete no custo com transportes de materiais para o bota fora além de reduzir o custo com homem/hora para a execução do sistema.

Em face disso a justificativa econômica do objeto de estudo é pertinente tendo em vista que a ratificação dessa metodologia de assentamento como tecnicamente viável produz uma economia a obras de reforma em geral.

1.5.3. SOCIAIS

Com o advento da promulgação da Lei do Código de Defesa do Consumidor é de suma importância social que os produtos ofertados ao consumidor estejam de acordo com as normas técnicas vigentes.

Tendo em vista não tem não existe norma específica para assentamento de “piso sobre piso” as argamassas ofertadas ao mercado consumidor devem ter seus parâmetros estar de acordo com as normas similares e assim se fomenta critérios específicos para esse tipo de sistemas.

1.5.4. ECOLÓGICAS

A construção civil encontra-se hoje em posição de destaque, no quesito desenvolvimento econômico e social do Brasil, em contrapartida também se encontra como grande gerador de impactos ambientais, modificando paisagens e aumentando de maneira assustadora a sua geração de resíduos.

O setor de Resíduos Sólidos da Construção Civil se depara com o grande desafio de conciliar sua atividade produtiva e lucrativa com o desenvolvimento sustentável consciente.

Neste sentido, o sistema de assentamento “piso sobre piso” se enquadra na Lei 12.305/2010 também conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos que regula o manejo ambientalmente correto dos resíduos sólidos, visto que o volume de resíduos gerados para destinação final é muito inferior ao método convencional de reforma que implica na demolição do piso antigo.

1.6. MÉTODO DE PESQUISA

A proposta deste projeto de pesquisa é verificar as condições do pavimento rígido ao longo do tempo. Tal verificação será qualitativa e se desdobrará em duas etapas que em termos de procedimentos técnicos (GIL, 2002), focamos nos seguintes procedimentos: Pesquisa bibliográfica e programa experimental.

Os procedimentos para elaborar a pesquisa bibliográfica partiram de material técnico já publicado em bibliográfica consagrada, artigos e notas

técnicas de entidades conceituadas, publicações em jornais (muitas delas encontradas na internet), teses e dissertações acadêmicas.

O método que será utilizado nesse trabalho segundo seus objetivos, irá estudar o desempenho dos 02 (duas) principais tipos de argamassas de assentamento “piso sobre piso” disponíveis no mercado quanto a sua resistência de aderência à tração e comparar os resultados obtidos no estudo de desempenho de resistência de aderência das 02 (duas) argamassas de assentamento “piso sobre piso” de acordo com a superfície do esmalte de piso e comparar com a norma de referência existente a NBR14081-4 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 4 Determinação da resistência de aderência à tração.

Para a realização dessa segunda etapa iremos seguir o seguinte roteiro de “pesquisa de campo” (GIL, 2002):

- a) Serão selecionadas 02 (duas) argamassas colantes, todas do tipo AC-III, específicas para o assentamento de placas sobre para o “sistema piso sobre piso”.
- b) Será confeccionada moldagem de placas cerâmicas sobre dois tipos de piso de referência em laboratório, sendo um com superfície esmaltada e outro não esmaltado, adaptando procedimentos recomendados pela NBR14081-2 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Parte 2 Execução do substrato-padrão e aplicação da argamassa para ensaios.
- c) Serão realizados ensaios de resistência de aderência executados em laboratório, que consistem na moldagem de 12 (Doze) placas cerâmicas sobre cada piso de referência, utilizando-se para isto as argamassas colantes que se deseja avaliar. As

misturas das argamassas colantes foram executas conforme o recomendado pela NBR14081-4 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 4 Determinação da resistência de aderência à tração.

- d) Após os ensaios de arrancamento, procedeu-se o tratamento dos dados adotando as recomendações NBR14081-4 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 4 Determinação da resistência de aderência à tração.

Os conjuntos piso de referência /argamassa colante utilizado para os ensaios em laboratório foram submetidos à cura normal. O fluxograma abaixo apresenta um resumo das variáveis analisadas nesta pesquisa.

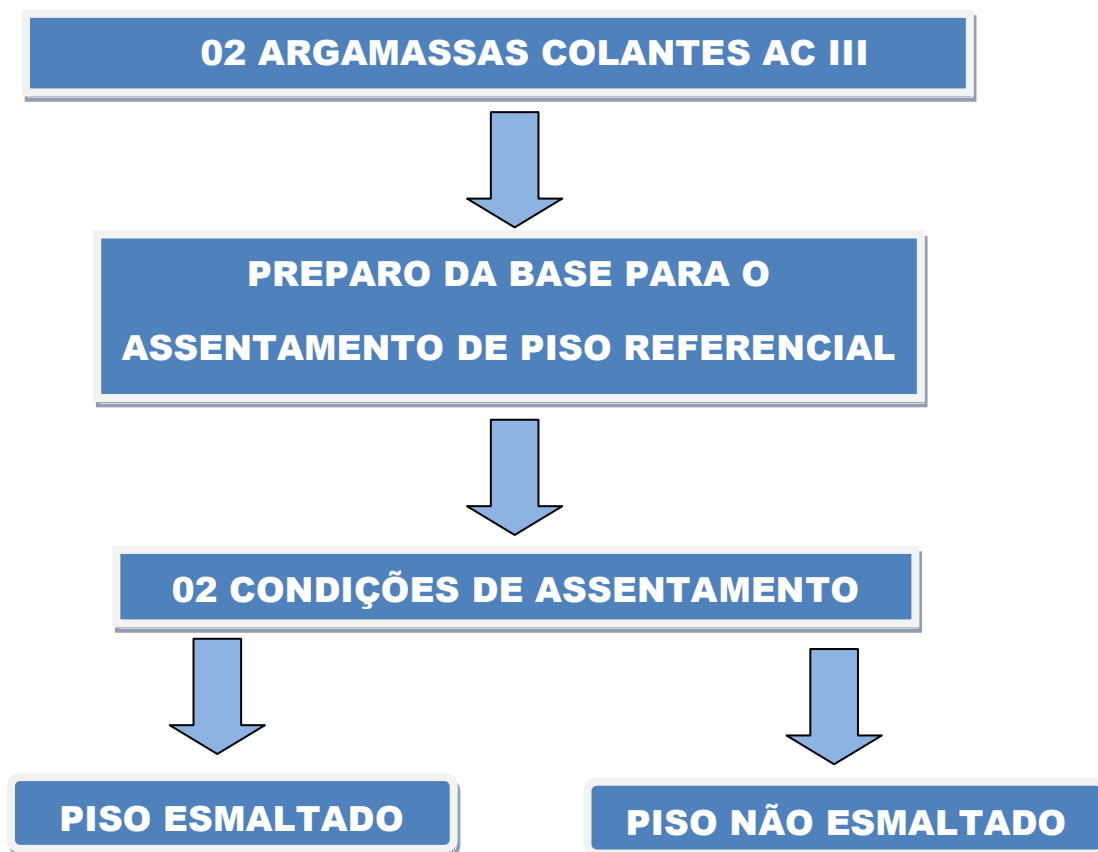


Figura 1 : Váriáveis de Análise

A coleta dos dados utiliza informações colhidas, organizadas e sistematizadas de acordo com as técnicas apropriadas para aquela ciência aplicada, a fim de auxiliar o processo de decisão. (LAKATOS e MARCONI, 2003). Finalmente, a pesquisa fará uma compilação dos dados levantados em comparação com as determinações normativas.

1.7. LIMITAÇÕES DA PESQUISA E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Como pode ser observado esse estudo limitou-se a estudar apenas a relação entre a superfície de contato do piso base do sistema de revestimento “piso sobre piso” e a sua influência na resistência de aderência da argamassa colante. Para que os objetivos dessa pesquisa fossem alcançados foi necessário limitar o horizonte de pesquisa, tendo em vista que o objeto dessa pesquisa não é o único fator que preponderantemente influencia nessa propriedade física da argamassa.

As demais propriedades da argamassa que não foram abordadas nesse trabalho e que podem influenciar na resistência de aderência de revestimentos cerâmicos aplicados no assentamento de “piso sobre piso” são as seguintes:

- a) Composição química de cada argamassa industrializada (morfologia, granulometria, composições minerais, reagentes químicos, etc.);
- b) Tempo em aberto da argamassa;
- c) Tipo de cura realizado;
- d) Ensaio de resistência ao cisalhamento;
- e) Estado de conservação e idade do revestimento base;

- f) Comportamento do sistema “piso sobre piso” ao longo do tempo;
- g) Influência dos agentes externos com que no estado endurecido da argamassa colante é submetida e que agem sobre o sistema, sendo eles: a temperatura, umidade relativa e vento;

Caso esses itens fossem abordados com a variação do tipo de superfície de assentamento do piso novo teríamos um trabalho muito extenso e que não é a princípio o propósito a que se prestou essa pesquisa.

Baseado nos resultados obtidos com este programa experimental e com as limitações e ressalvas deste sugere-se como trabalhos futuros a abordagem desses temas com a variação do tipo de superfície da placa base, bem como a sugestão de um tratamento prévio a essa superfície para melhor aderência da argamassa.

1.8. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em oito capítulos, como se mostra no exemplo a seguir:

O **Capítulo 1** apresenta a introdução onde se justifica a importância do tema abordado neste trabalho bem como se discute os problemas de pesquisa e seus objetivos, bem como delinea as delimitações e os procedimentos metodológicos desta.

O **Capítulo 2** apresenta a revisão bibliográfica e discorre sobre os tipos sobre as características do sistema de revestimento: base, emboço, camada de fixação, camada de revestimento (placa cerâmica), bem como as principais

manifestações patológicas desse sistema. , econômicos, sociais e ecológicos para a definição do pavimento.

O **Capítulo 3** falar sobre o “Piso sobre Piso” propriamente dito fazendo uma introdução depois “piso sobre piso”, incluindo a composição, descrição do sistema, materiais e execução.

O **Capítulo 4** trata sobre o programa experimental e o estudo de campo empregado neste trabalho, onde estão especificados as variáveis do projeto experimental, os materiais que serão empregados e a descrição técnicas do ensaio laboratorial utilizado para a extração de dados amostrais que vão subsidiar as conclusões sobre o estudo proposto, além de informar as experiências de outros pesquisadores para a obtenção dos resultados parametrizados.

O **Capítulo 5** detalhar estudar os dados obtidos com o procedimento experimental, realizando o tratamento ao estatístico necessário para melhor interpretação dos mesmos. Apresenta os resultados obtidos com a pesquisa e trata das análises finais dos resultados.

O **Capítulo 6** apresenta as considerações finais acerca dos resultados esperados.

O **Capítulo 7** apresenta a Bibliografia estudada

2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. SISTEMA DE ARGAMASSA E SUAS PATOLOGIAS

2.1.1. HISTÓRICO

Anteriormente ao surgimento das argamassas colantes no mercado, o assentamento das placas cerâmicas era feito com argamassas convencionais, sem uso de aditivos, as quais eram misturadas nos próprios canteiros de obras.

A partir de 1945, as argamassas colantes começaram a ser pesquisados nos Estados Unidos, a fim de racionalizar a execução de revestimentos cerâmicos e reduzir seus custos e no Brasil, a partir de 1964, motivada problemas de descolamentos de revestimentos de pisos e paredes. (FIORITO, 2010)

Atualmente, mesmo com a enorme vantagem com relação a custos e a segurança dos resultados, a argamassa convencional ainda é usada em regiões onde a argamassa colante ainda não conseguiu chegar ou em alguns casos onde se trata de revestimento de pisos. (FIORITO, 2010)

2.1.2. DEFINIÇÃO SOBRE O SISTEMA

A ABNT NBR 7200 (1998) define argamassas como sendo uma mistura de aglomerante, agregado e água, possuindo capacidade de endurecimento e aderência.

As argamassas são muito empregadas na construção civil, sendo sua destinação o fator determinante do tipo de aglomerante ou da mistura de diferentes tipos de aglomerantes. Como exemplo, as argamassas de cimento são utilizadas em alvenaria de alicerces pela resistência exigível e especialmente pela condição favorável de endurecimento. Já as argamassas de cal são utilizadas para

reboco e emboço devido à sua maior plasticidade e qualidade de acabamento. (FIORITO, 2010)

Para assentamento de revestimentos, segundo Fiorito (2010) as argamassas podem ser de dois tipos: Argamassa Convencional e Argamassa Colante.

A Argamassa convencional consiste na mistura de cimento, areia e água ou cimento, areia, cal e água. Já as argamassas colantes consistem basicamente em argamassas de cimento e areia aditivadas com polímeros, que são responsáveis por conferir maior capacidade de retenção de água, melhor trabalhabilidade e maior adesividade e flexibilidade às argamassas.

2.1.3. O SISTEMA DE ARGAMASSA, SUA COMPOSIÇÃO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.

Segundo Fiorito (2010), há diversas possibilidades de construir as camadas, conforme casos específicos, porém de modo genérico, estão presentes as seguintes camadas, nos sistema de argamassa convencional e argamassa colante, conforme figuras abaixo:

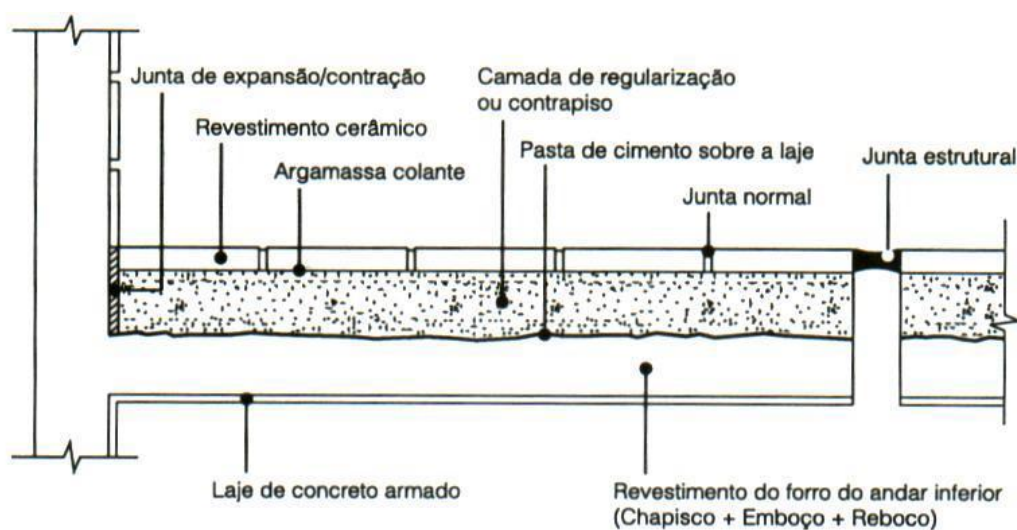


Figura 2 – Esquema de Sistema de Argamassa Colante

Fonte – Livro Argamassas e Revestimentos - Estudos Procedimentos de Execução - (FIORITO, 2010)

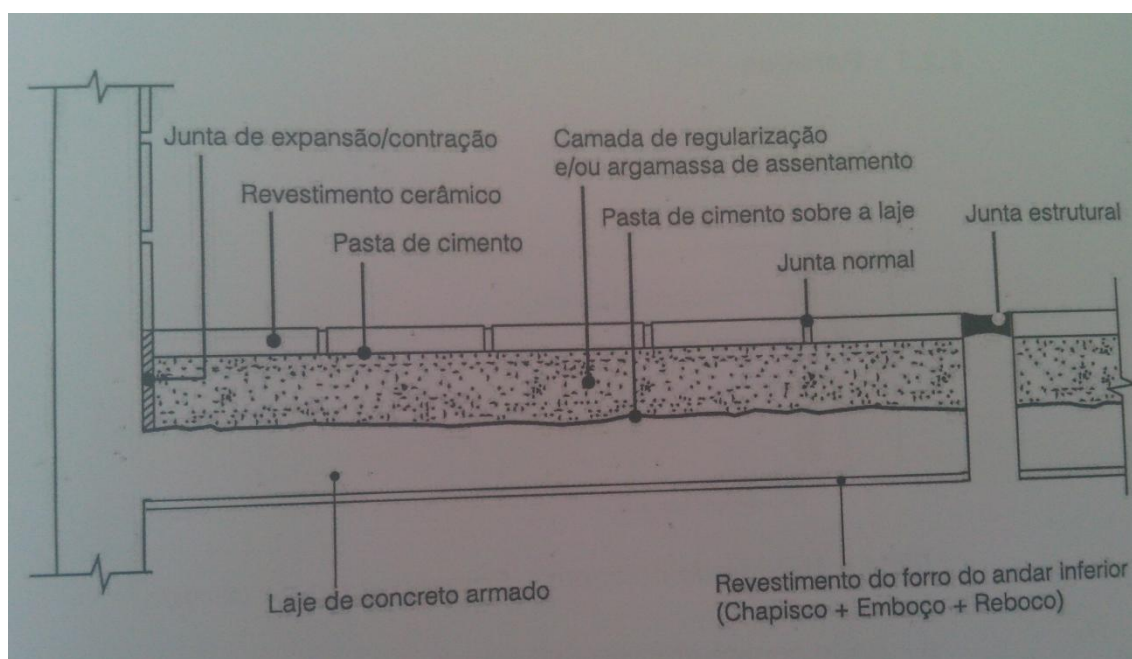


Figura 3 – Esquema do sistema de Argamassa Convencional

Fonte – Livro Argamassas e Revestimentos - Estudos Procedimentos de Execução - (FIORITO, 2010)

A ABNT NBR 14801 - Parte 1 (2012) classifica as argamassas quanto a sua aplicação da seguinte forma:

- a) AC-I: Argamassa colante indicada para piso e paredes em áreas internas, com exceção de ambientes especiais como saunas, churrasqueiras, estufas.
- b) AC-II (EXTERIOR): apropriada para paredes e pisos em áreas internas e externas sujeitas a ciclos de variação termoigrométrica e a ação do vento
- c) AC- III (ALTA RESISTÊNCIA): Argamassa apropriada para locais onde se necessita de alta tensão de cisalhamento, apresentando aderência superior a dos tipos AC-I e AC-II. Indicada para uso em fachadas que durante o assentamento não estejam submetidas à insolação direta, em saunas, em piscinas e em ambientes similares.
- d) Tipo E (ESPECIAL): Argamassa que atende aos requisitos dos tipos I, II e III com tempo em aberto estendido.

A Tabela 1, extraída da ABNT NBR 14801 - PARTE 1 (2012) apresenta os requisitos mínimos de desempenho para estas argamassas:

Tabela 1 - Propriedades fundamentais para argamassas colantes

Requisito		Método de Ensaio	Unidade	Critério		
				AC I	AC II	AC III
Tempo em aberto		ABNT NBR 14081-3	Min.	≥ 15	≥ 20	≥ 20
Resistência de Aderência à Tração aos 28 dias, em função da Cura.	Cura Normal	ABNT NBR 14081-4	Mpa	$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$
	Cura Submersa			$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$
	Cura em Estufa			-	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$

Fonte – ABNT NBR 14801 - PARTE 1, (2012)

Opcionalmente podem ser verificadas as propriedades da Tabela 2, considerando aplicações especiais.

Tabela 2 - Propriedades opcionais para argamassas colantes

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

Fonte – ABNT NBR 14801 - PARTE 1, (2012)

Podemos observar que nas normas técnicas disponíveis não há especificações para o sistema de “pisso sobre piso”. Isso faz com que o mercado, mais especificamente os fabricantes de argamassas, se encarregue de “classificar” as argamassas colantes a serem utilizadas para esse sistema. Dependendo do fabricante, elas podem estar compreendidas entre as ACII e ACIII.

Tendo em vista que o principal objetivo desse trabalho é analisar a influência da superfície da placa cerâmica (esmaltada e não esmaltada) de base do assentamento “pisso sobre piso” na resistência de aderência à tração da argamassa, a seguir apresentar essa propriedade física das argamassas colantes e o que exerce influência na sua resistência. Estas informações e conceituações são

fundamentais para as análises dos resultados obtidos com a execução do programa experimental e embasarão as conclusões deste trabalho.

2.1.4. CAMADA DE FIXAÇÃO

A camada responsável pela aderência das placas cerâmicas ao substrato é a de fixação. Cabe a ela resistir às tensões de tração e cisalhamento que ocorre entre a sua interface. (BOTTURA, 2010)

Segundo BERTOLINE (2013) quando destinados às aplicações estruturais o comportamento mecânico dos materiais tem um papel primário no projeto.

A resistência é a capacidade de um material ou componente de suportar as cargas sem ceder estruturalmente ou gerar excessivas deformações. Entende-se por aderência a ligação de natureza atômica ou molecular existente na interface entre um corpo sólido e outro qualquer (THULER e FERREIRA, 1995).

Esta ligação pode ser tanto física, obtida pelo engaste doo substrato e o adesivo colante, quanto química, por meio de forças eletrostáticas de Van Der Walls.

A ABNT NBR 14801 - PARTE 1, (2012) define resistência de aderência como:

“resistência de aderência à tração é resistência à ruptura por tração, em determinada idade e condições de cura, do conjunto constituído de substrato-padrão, argamassa colante endurecida e placa cerâmica”.

Ou seja, a interação entre as camadas do sistema são componentes contribuí substancialmente na formação da resistência de aderência a atração do sistema.

Em face disso podemos concluir que a aderência advém da conjuntura de três características da interface argamassa/substrato: a resistência de aderência à tração, a resistência ao cisalhamento e a extensão de aderência, sendo esta a razão entre a área de contato efetivo e a área possível de ser unida (PEREIRA, 2012)

BOTTURA (2010) cita Title Council of America (TCA, 2008) quando informa os materiais indicados para a camada de fixação são as argamassas tradicionais de areia e cimento; argamassas colantes e cimentícias modificadas com latex ou resina em pó.

A autora ainda nos informa que a fixação pode acontecer processo de adesão física, quando a ancoragem ocorre pela ancoragem da pasta de cimento nos poros do emboço e da própria placa; ou por processo de adesão química quando essa ocorre por forças eletrostáticas entre as moléculas do adesivo e as moléculas dos materiais a ser unido, o que é conhecido na comunidade acadêmica como forças eletrostáticas de Van Der Waals (BOTTURA, 2010).

Segundo CARASEK (1995) a natureza dos produtos formados na interface de sistemas de revestimentos e afirmou ser o intertravamento de cristais de etringita nos poros do substrato o principal responsável pela resistência de aderência. Ou seja, é possível afirmar que a porosidade do substrato tem grande influência no conjunto que forma a resistência a aderência de revestimentos cerâmicos ao substrato.

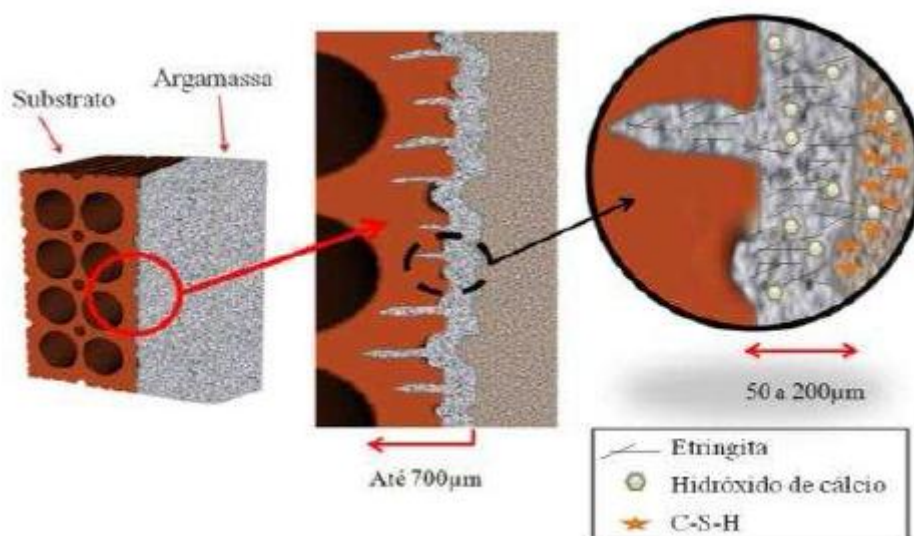


Figura 4 - Representação esquemática do mecanismo de aderência entre argamassa e substrato cerâmico
 Fonte: Adaptado de CARASEK, (1996).

PEREIRA, (2012) nos mostra que substratos com alta porosidade podem absorver grande quantidade de água e provocar uma hidratação inadequada do cimento da argamassa, ou seja, a quantidade de água restante na argamassa não seria suficiente para hidratar todo o cimento, formando regiões frágeis, com potencial de apresentar descolamento, em contra partida, em um substrato pouco poroso, a baixa absorção não permite a entrada da pasta que promove a ancoragem, prejudicando a aderência entre os materiais.

O acúmulo de água na superfície de assentamento resulta numa região com alta relação água/cimento, e, conseqüentemente, com alta porosidade e menor resistência mecânica (PEREIRA, 2012).

Uma das alternativas para diminuir o efeito provocado por esse fenômeno em substratos poucos com pouca porosidade seria alterar a superfície de contato, favorecendo o mecanismo de ancoragem através da rugosidade dos substratos ou acrescentar aditivos que formem um filme polimérico na interface que aumente a resistência de aderência do revestimento (PEREIRA, 2012).

Para CARASEK, (1995) o controle de fatores externos aliado a alterações na trabalhabilidade das argamassas, com incremento de energia de impacto, altera as características e propriedades dos substratos.

2.1.5. TENSÕES E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO SISTEMA DE ARGAMASSA

Todas as camadas do sistema de revestimento estão intimamente interligadas de forma que a deformação de qualquer uma delas resultará em tensões nas outras camadas.

São diversas as origens das deformações no sistema de revestimentos dentre as quais destacamos: Retração da argamassa, fluência do concreto, recalque das fundações, deformação devido à variação da umidade, dilatação higroscópica da cerâmica, cargas acidentais sobre pisos, variações térmicas, falhas construtivas.

Todas essas deformações podem se compensar ou se somar, gerando, neste caso, uma compressão ou tração máxima no revestimento.

No caso da tração o as placas do revestimento tenderiam a se afastar umas das outras e teríamos instalado o processo de cisalhamento simples. Atingida a ruptura as peças se soltariam da base conforme podemos observar na Figura 4. (FIORITO, 2010)

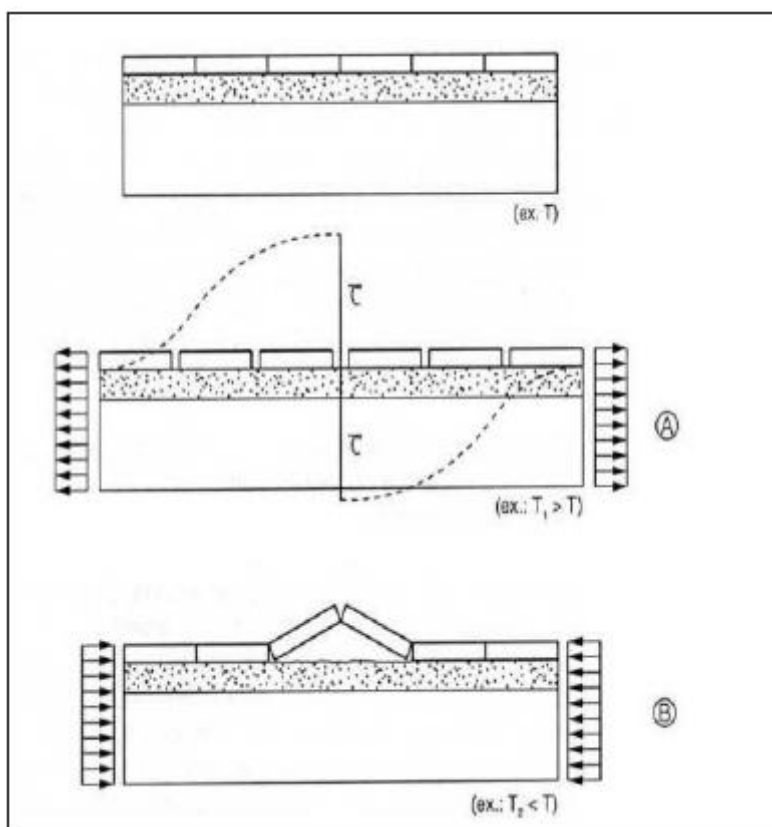


Figura 5 - Revestimento solicitado à tração

Fonte – Livro Argamassas e Revestimentos - Estudos Procedimentos de Execução - (FIORITO, 2010)

No caso da compressão o as placas do revestimento tenderiam a se aproximar umas das outras e teríamos instalado o processo de flambagem. A compressão das peças cerâmicas dará origem a uma tensão “p” de tração que, quando superior à tensão de aderência “q”, resultará do deslocamento das peças por tração simples. (FIORITO, 2010)

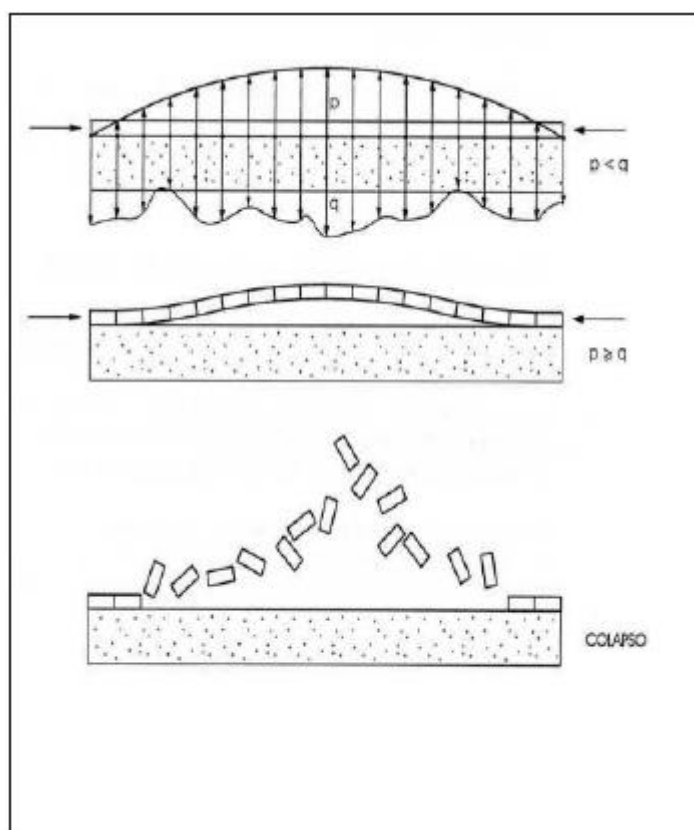


Figura 6 - Revestimento solicitado à compressão

Fonte – Livro Argamassas e Revestimentos - Estudos Procedimentos de Execução - (FIORITO, 2010)

Segundo BOTTURA (2010) são vários fatores que originam os movimentos de solicitações nas camadas de revestimento, que podem ser tanto externos (ventos, impactos de vibrações) quanto internos, inerentes ao comportamento do material empregado (variação térmica e umidade). Há de se ressaltar também que o comportamento intrínseco das estruturas do edifício (deformação lenta da estrutura de concreto) também acarretam solicitações adicionais ao sistemas que levam à essas manifestações patológicas.

Esses movimentos que ocorrem nas camadas de revestimento foram agrupadas segundo sua reversibilidade, natureza e movimento, conforme proposto na Tabela 3, proposta por BOTTURA (2010):

Tabela 3 – Classificação dos movimentos dos elementos construtivos quanto à sua natureza e à reversibilidade.

Natureza	Movimento	Reversibilidade
<i>Variação da Temperatura</i>	Movimento térmico (contração ou expansão dos materiais por variação de temperatura).	Reversível
<i>Ação da Umidade</i>	Movimento higroscópico (retração ou expansão dos materiais por variação da umidade).	Irreversível
	Expansão por umidade de placas cerâmicas. Retração por secagem da argamassa de emboço ou argamassa de colante da camada de fixação.	
<i>Comportamento intrínseco dos componentes e elementos do edifício</i>	Movimento da estrutura de concreto em razão das cargas permanentes: peso próprio, fluência, retração.	
<i>Ação do vento</i>	Movimento do edifício por causa das cargas de vento.	Irreversível ou reversível (avaliar cada caso especificamente)

Fonte – BOTTURA (2010)

As causas citadas são complementadas forçosamente por falhas de mão-de-obra, pelo nível de controle tecnológico, pela fiscalização, pela ausência de projetos e pela qualidade do material empregado (GRANATO, 2002)

Poderão ser observadas ao longo prazo na edificação diversas patologias prejudiciais ao aspecto estético, como por exemplo (GRANATO, 2002):

- a) Eflorescências: São manchas esbranquiçadas que surgem na pintura provocada pela lixiviação dos sais solúveis das argamassas e alvenarias. Os principais sais solúveis presentes na alvenaria e argamassa de revestimentos, como os carbonatos (cálcio, magnésio, potássio, sódio), hidróxidos de cálcio, sulfatos (cálcio, magnésio, potássio, sódio), cloretos (cálcio, magnésio) e nitratos (potássio, sódio, amônio).
- b) Desagregamento: Caracteriza-se pela destruição da pintura que se esfarela, destacando-se da superfície, podendo destacar com parte do reboco. Normalmente é causado pela reação química dos sais lixiviados pela ação da água que atacam as tintas ou os adesivos de revestimentos.
- c) Saponificação: Manifesta-se pelo aparecimento de manchas na superfície pintada, frequentemente provocando o descascamento ou degradação das pinturas, notadamente nas tintas do tipo PVA, de menor resistência. A saponificação também ocorre devido à alta alcalinidade do substrato, que pode ter se manifestado pela eflorescência dos sais altamente alcalinos.
- d) Bolhas: Manifesta-se com maior ocorrência nas pinturas impermeáveis, devido à dificuldade de evaporação.

Podem ser observadas nas edificações diversas patologias prejudiciais ao aspecto estético, como por exemplo:

- a) Manchas de umidade, com desenvolvimento de bolor.
- b) Eflorescências na superfície da tinta ou na interface tinta/reboco.
- c) Pintura descolada.
- d) Pintura parcialmente ou totalmente descolada.
- e) Argamassa de revestimento descolada da alvenaria, em placas ou por desagregação completa.
- f) Fissuras e trincas de conformações variadas.
- g) Vesículas com descolamento da pintura.
- h) Reboco com empolamento.

2.1.6. NORMAS REFERENTES ÀS ARGAMASSAS

A normalização brasileira aplicável à produção de revestimentos de argamassa é originada de dois Comitês da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): o CB-02 Comitê Brasileiro de Construção Civil e o CB-18 Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregado. As principais normas desses sistemas utilizadas no Brasil referentes às argamassas colantes, e que servirão de base para fundamentar esse trabalho proposto, são:

- a) ABNT NBR 14081-1:2012.
- b) ABNT NBR 14081-2:2012 Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 2: Execução do substrato-padrão e aplicação da argamassa para ensaios

- c) ABNT NBR 14081-3:2012 Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 3: Determinação do tempo em aberto
- d) ABNT NBR 14081-4:2012 Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 4: Determinação da resistência de aderência à tração
- e) ABNT NBR 14081-5:2012 Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 5: Determinação do deslizamento
- f) NBR 14086:2012 Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Determinação da densidade de massa aparente.
- g) NBR 13528:2010 Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração.

As normas relacionadas acima têm como função parametrizar as propriedades físicas, químicas ou mecânicas, para a produção desses produtos, e é uma prática inerente às atividades industriais, que caminha para a evolução e revisão das normas técnica vigentes, em face da crescente exigência do meio técnico, quanto à normalização de propriedades para os materiais de construção em relação ao seu desempenho de serviço. (SELMO e NAKAMURA, 2002)

Nesse contexto as argamassas de assentamento e revestimento ainda há várias lacunas, tanto pelo grande número de aplicações e variáveis envolvidas, quanto pela conformidade técnica do meio acadêmico, quanto às propriedades reológicas inerentes às argamassas. (SELMO e NAKAMURA, 2002)

2.2. SISTEMA DE PISOS E SUAS PATOLOGIAS

2.2.1. HISTÓRICO DO SISTEMA

A cerâmica é uma atividade de produção de artefato a partir da argila, que se torna muito plástica e fácil de moldar quando umedecida. Depois de submetida à secagem para retirar a maior parte da água, a peça moldada é submetida a altas temperaturas (ao redor de 1.000° C), que lhe atribuem rigidez e resistência mediante a fusão de certos componentes da massa e, em alguns casos, fixando os esmaltes na superfície.

A cerâmica é o material artificial mais antigo produzido pelo homem. Pesquisas apontam que a cerâmica é produzida há cerca de 10-15 mil anos.

A origem do nome “azulejo” provém dos árabes, sendo derivado do termo "azuleicha", que significa "pedra polida". Nos últimos anos, acompanhando a evolução industrial, a indústria cerâmica adotou a produção em massa, garantida pela indústria de equipamentos, e a introdução de técnicas de gestão, incluindo o controle de matérias-primas, dos processos e dos produtos fabricados.

2.2.2. DEFINIÇÃO SOBRE O SISTEMA DE REVESTIMENTO DE PISOS

Segundo a ABNT NBR 13816, (1998) placa cerâmica para revestimento é definida como um material composto por argila e outras matérias primas inorgânicas geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes. Pode ser classificada conforme seu tipo de moldagem, acabamento superficial, textura e sua cor.

Independente do tipo ou da tecnologia empregada ao sistema, os revestimentos devem cumprir requisitos de desempenho. As principais funções

desse sistema foram compiladas por SABBATINI, FLAIN e BARROS, (1990) se resumem a:

- a) Proteger a base, usualmente alvenaria e estrutura, da ação direta dos agentes agressivos, como vento, chuva, contaminantes atmosféricos etc.
- b) Contribuir para o isolamento termo acústico e para a estanqueidade à água e aos gases.
- c) Proporcionar uma superfície adequada, ou seja, regular, homogênea, suficientemente resistente, usualmente plana, para a aplicação do acabamento final, de modo que este atenda às prescrições do projeto arquitetônico.
- d) Apresentar certa capacidade de absorver as deformações da base sem apresentar perda significativa nos seus requisitos de desempenho, em particular sem fissurar.
- e) Proporcionar acabamento que definem as características estéticas do edifício, o que reflete no seu valor econômico.

A ABNT 15.575 Edificações habitacionais- Desempenho Parte 3 estabelece os requisitos e critérios de desempenho que se aplicam ao sistema de pisos da edificação, envolvendo as áreas de uso privativo e comum. Antes de apresentar os pontos mais importantes da parte 3, é fundamental definir o que é sistema de piso:

“sistema horizontal ou inclinado (ver Figura 1) composto por um conjunto parcial ou total de camadas (por exemplo, camada estrutural, camada de contrapiso, camada de fixação, camada de acabamento) destinado a atender à função de estrutura, vedação e tráfego, conforme os critérios definidos nesta parte da ABNT NBR 15575.” (ABNT NBR 15575-3, 2013)



Figura 7 - Exemplo genérico de um sistema de pisos e seus elementos

Fonte – ABNT NBR 15575-3, 2013

Outros sistemas de pisos podem apresentar diferenças significativas exemplificado acima, exposto pela norma, tais como pisos elevados ou sistema “piso sobre piso”. Entretanto os requisitos desta norma também se aplicam a eles sem distinção.

Esta definição, explicitada pela ABNT 15.575, é de suma importância para que o entendimento dos requisitos de desempenho exigidos pelo sistema de piso como um todo, como por exemplo, desempenho estrutural e acústico, estanqueidade e segurança ao fogo, bem como àqueles que estão relacionados apenas da camada de acabamento, como coeficiente de atrito e desgaste por abrasão, entre outros. (ANFACER, 2013)

2.2.3. DEFINIÇÃO DE O SISTEMA DE PLACAS CERÂMICAS E SUA COMPOSIÇÃO

Segundo BOTTURA (2010) as placas cerâmicas são placas delgadas, obtidas a partir de materiais de compósitos cerâmico, utilizadas para revestir paredes e pisos. Esse termo “cerâmica” é empregado em produtos originários das misturas de argila areia e outras substâncias naturais que, após serem submetidos às altas temperaturas (cerca de 1.000 a 1.250 ° C), confere-lhes suas propriedades físicas.

Para a ABNT NBR 15463 (2013) as placas cerâmicas para revestimento é um material composto de argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo conformado por extrusão, ou por prensagem, pode também ser conformado por outros processos. Pode ser esmaltado ou não esmaltado, em correspondência com os símbolos G (glazed) ou U (unglazed). As placas são incombustíveis e não são afetadas pela luz.

Segundo a ABNT NBR 13817 (1997) as placas cerâmicas podem ser classificadas:

- a) Esmaltadas e não esmaltadas
- b) Métodos de fabricação
- c) Grupos de absorção de água (5 grupos)
- d) Classe de resistência à abrasão superficial (5 classes)
- e) Classe de resistência ao manchamento (5 classes)
- f) Classe de resistência ao ataque de agentes químicos, segundo diferentes níveis de concentração (3 classes)
- g) Aspecto superficial ou análise visual

Através de sua moldagem, as placas cerâmicas podem ser divididas em extrudadas e prensadas. A ABNT NBR 13816, (1998) identifica as placas extrudadas como sendo do tipo “A” e as prensadas como do tipo “B”.

Segundo o seu acabamento superficial, as placas se dividem em esmaltadas (com adição de esmalte) e não esmaltadas (simplesmente queimada em forno).

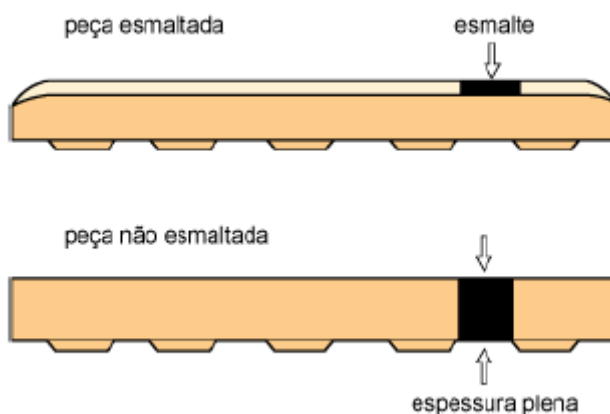


Figura 8 – Exemplificação de tipos de cerâmica de acordo com seu acabamento superficial
Fonte – Show Room, nº 24, ano 3

Classificadas pela sua textura, as placas cerâmicas podem ser divididas em lisas e rugosas. As placas lisas têm menor capacidade de absorção térmica do que as rugosas.

Através de sua cor, podem ser divididas em placas de cores claras ou frias e em placas de cores escuras ou quentes. As placas de cores escuras apresentam uma capacidade maior de absorverem o calor, ficando então sujeitas a serem aplicadas em ambientes com maiores temperaturas.

A absorção de água é uma importante característica das placas visto que é a que mais influência nas demais características importantes para o melhor desempenho dos revestimentos, tendo em vista que essa característica está diretamente relacionada à sua porosidade. (BOTTURA, 2010)

Como já foi explicado no tópico 2.1.4 a aderência do sistema de argamassa junto à peça de fixação se dá em sua maior parte por aderência por ancoragem mecânica, que acontece mediante a penetração da pasta de cimento nos poros e interstícios das placas.

Assim nas placas de porcelanato, onde a absorção de água tem sua faixa variando de 0% a 0,5%, a aderência mecânica é quase nula, ficando a cargo da aderência química dos componentes a maior parte da resistência.

A Tabela 4, extraída da ABNT NBR 13817 (1997) apresenta o agrupamento dos revestimentos cerâmico segundo sua capacidade de absorção:

Tabela 4 – Grupos de Absorção de Água

Denominação	Grupo	Faixa de Absorção (%)
Porcelanato	Ia	$0 < \text{abs} \leq 0,5$
Grês cerâmico	Ib	$0,5 < \text{abs} \leq 3,0$
Semigrês	IIa	$3,0 < \text{abs} \leq 6,0$
Semiporoso	IIb	$6,0 < \text{abs} \leq 10,0$
Poroso (*)	III	abs acima de 10
(*) Os azulejos estão nesse grupo de absorção		

Fonte – ABNT NBR 13817 (1997)

2.2.4. TENSÕES E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO SISTEMA DE PISOS

A placa cerâmica, quando trabalhando em conjunto com os demais componentes do sistema de revestimento, está sujeita às deformações cujas origens são as mesmas já citadas nesse trabalho, em específico o tópico 2.1.4

TENSÕES E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO SISTEMA DE

ARGAMASSAS. Sendo assim as tensões resultantes desse processo, podem provocar o deslocamento das peças.

Além dessa manifestação patológica e suas origens, podemos citar outras situações, tão quanto importantes:

Eflorescência – Originada pela presença de umidade no substrato, a eflorescência surge pela falta de drenagem e a falta de impermeabilização correta do revestimento.

O fluxo de água pelos vazios da placa cerâmica pode transportar certos sais solúveis para o material cerâmico. Desta forma, tais sais podem se apresentar como depósitos esbranquiçados nos poros da superfície de revestimento. (FIORITO, 2010)

Deslocamento devido à ausência de juntas de assentamento adequadas – As juntas entre as peças cerâmicas têm a função de impedir a propagação de tensões de uma peça para outra, afastando o risco de flambagem do revestimento. Desta forma é de suma importância que se verifique o tamanho necessário da junta, nas especificações do fornecedor.

2.2.5. NORMAS REFERENTES AOS SISTEMAS DE PISOS E DESEMPENHO

A normalização brasileira aplicável à produção de revestimentos de argamassa é originada de dois Comitês da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): CB-18 Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados. As principais normas desses sistemas utilizadas no Brasil referentes à placas cerâmicas, e que servirão de base para fundamentar esse trabalho proposto, são:

- a) ABNT NBR 13.816:1997 - Placas cerâmicas para revestimento
– Terminologia.

- b) ABNT NBR 13.817:1997 - Placas cerâmicas para revestimento – Classificação.
- c) ABNT NBR 13818:1997 - Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios
- d) ABNT NBR 13753:1996 – Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento

Em complemento às normas já citadas a foi plublicada pela ABNT a Norma de Desempenho ABNT 15.575: 2013/ Edificações Habitacionais, que explora conceitos e novas exigências que não são considerados em normas prescritivas específicas.

A ABNT 15.575 traz alterações e atualizações em seis diferentes segmentações (requisitos gerais; estrutura; pisos; vedações verticais; coberturas e sistemas hidrossanitários), que abrangem toda a cadeia produtiva da construção civil. Dentre estes sistemas em especial a ABNT 15.575 Edificações habitacionais- Desempenho Parte 3, trata dos requisitos para os sistemas de pisos, dos quais os pontos mais importantes, estão os parâmetros de resistência ao escorregamento e ao impacto.

Abaixo estão alguns dos conceitos básicos estipulados pela ABNT 15.575:

2.2.5.1. Desempenho Estrutural

Quando se trata de piso, o desempenho estrutural é essencial para a concepção da edificação. Os critérios mínimos de desempenho sejam de estado-limite último ou estado-limite de utilização, estabelecidos na norma, devem ser atendidos prontamente para os requisitos: estabilidade e resistência estrutural, limitação dos deslocamentos verticais, resistência a impactos de corpo mole e

corpo duro e cargas verticais concentradas. Estes requisitos garantem a integridade física do usuário, sendo assim, são a base para um projeto adequado de sistema de pisos.

2.2.5.2. Segurança ao Fogo

O desempenho quanto à segurança ao fogo foi muito bem descrito na ABNT NBR 15575-3 revisada. Os requisitos críticos contemplados na norma foram: (a) como dificultar a ocorrência da inflamação generalizada e (b) como dificultar a propagação do incêndio, da fumaça e preservar a estabilidade estrutural da edificação.

2.2.5.3. Segurança no Uso e na Operação

Já o desempenho quanto à segurança no uso e na operação dos sistemas de pisos englobam os seguintes requisitos: coeficiente de atrito da camada de acabamento, segurança na circulação e segurança no contato direto. A questão do coeficiente de atrito é de extrema importância, porém, requer muito cuidado do projetista durante o processo de especificação da camada de acabamento do piso.

Cabe ressaltar que a resistência ao escorregamento não é uma característica intrínseca do material da superfície, uma vez que depende de inúmeros fatores como: superfície da camada de acabamento (geralmente superfícies mais rugosas tendem a apresentar maior coeficiente de atrito, porém são de difícil manutenção e limpeza), tipo de solado que circula sobre a mesma (se é solado de borracha, madeira, couro, se o solado possui ranhuras ou não, etc.), meio físico entre o solado e a superfície da camada de acabamento (se há sujidades, óleo, água, etc.) e a forma como o usuário interage com a superfície durante seu uso (fatores antropodinâmicos como a forma de pisar do indivíduo, etc.). Ou seja, não existe uma camada de acabamento antiderrapante, mas sim uma condição de uso com menor risco de escorregamento. Sendo assim, utilizar

apenas o coeficiente de atrito da camada de acabamento como parâmetro para especificar um produto para as áreas críticas, tais como áreas molhadas, rampas, escadas em áreas de uso comum e terraços, pode não garantir a resistência ao escorregamento almejada.

Portanto, o projetista e o usuário devem levar em consideração outros recursos para diminuir o risco de escorregamento tais como: barras de apoio em box de banheiro, uso de tapetes de borracha, uso de tapetes com “sistema antiderrapante”, etc. A ABNT NBR 15575-3 utiliza o ensaio e os parâmetros definidos na ABNT NBR 13818/Anexo N – Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios.

O requisito de segurança na circulação envolve os critérios de desníveis abruptos (desníveis abruptos superiores a 5 mm em uma área privativa de um mesmo ambiente devem ter sinalização que garanta a visualização do desnível) e abertura máxima de frestas nos sistemas de pisos.

O requisito de segurança no contato direto prevê a ausência de arestas contundentes e a não liberação de fragmentos perfurantes em condições normais de uso e manutenção dos sistemas de pisos.

2.2.5.4. Estanqueidade

Outro fator de extrema importância para o sistema de pisos é o desempenho quanto à estanqueidade. Neste caso a norma contempla 3 requisitos: estanqueidade de sistema de pisos em contato com a umidade ascendente, estanqueidade de sistema de pisos de áreas molháveis da habitação e estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molhadas.

É fundamental que o projetista tenha muito claro as definições de áreas molhadas, molháveis e secas:

a) Áreas molhadas: áreas da edificação cuja condição de uso e exposição pode resultar na formação de lâmina d'água pelo uso normal a que o ambiente se destina (por exemplo, banheiro com chuveiro, área de serviço e áreas descobertas);

b) Áreas molháveis: áreas da edificação que recebem respingos de água decorrentes da sua condição de uso e exposição e que não resulte na formação de lâmina d'água pelo uso normal a que o ambiente se destina (por exemplo, banheiro sem chuveiro, lavabo, cozinha e sacada coberta);

c) Áreas secas - áreas onde, em condições normais de uso e exposição, a utilização direta de água (por exemplo, lavagem com mangueiras, baldes de água, etc.) não está prevista nem mesmo durante a operação de limpeza. Quanto ao requisito de estanqueidade de sistema de pisos em contato com a umidade ascendente, o projetista deve garantir que o projeto atenda as normas ABNT NBR 9575 e ABNT NBR 9574.

Quanto ao requisito de estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molháveis, a ABNT NBR 15575-3 estabeleceu que áreas molháveis não são estanques, sendo que esta informação deve constar no Manual de Uso, Operação e Manutenção. Portanto, não pode haver formação de lâmina d'água nas áreas molháveis.

Referente ao requisito de estanqueidade de sistemas de pisos de áreas molhadas, a Norma estabelece que a superfície da face inferior e os encontros com as paredes e pisos adjacentes devem permanecer secos, quando submetidos a uma lâmina d'água de no mínimo 10mm em seu ponto mais alto, durante 72 horas. Caso sejam utilizados sistemas de impermeabilização previstos na ABNT

NBR 9575 - Impermeabilização – Seleção e projeto, deve-se atender a ABNT NBR 9574 - Execução de impermeabilização.

2.2.5.5. Desempenho Acústico

Um dos fatores mais críticos referentes a pisos é o desempenho acústico. Neste caso foram considerados o isolamento de ruído de impacto no sistema de piso (caminhamento, queda de objetos, etc.) e o isolamento de ruído aéreo (conversas, som proveniente de TV, etc.). As edificações que apresentarem um melhor desempenho acústico (nível intermediário e superior) terão um valioso instrumento de marketing, uma vez que são muitas as reclamações atuais de usuários descontentes com o desempenho acústico de suas edificações, principalmente no que se refere ao ruído de impacto em piso.

2.2.5.6. Durabilidade e Manutenibilidade

A durabilidade e manutenibilidade são fundamentais para o desempenho da edificação. São três os requisitos contemplados pela NBR 15575-3: resistência à umidade do sistema de pisos de áreas molhadas e molháveis, resistência ao ataque químico dos sistemas de pisos e resistência ao desgaste em uso. O requisito de resistência à umidade prevê que o sistema de pisos não apresente alterações em suas propriedades, frente à presença de umidade, de forma a comprometer seu uso. No caso específico de pisos cerâmicos e pedras, a mancha d'água, que é a mudança de tonalidade quando o tardo da peça entra em contato com umidade, é permitida desde que previamente informada pelo fabricante e, neste caso, deve constar no Manual de Uso, Operação e Manutenção do usuário.

No caso do requisito de resistência ao ataque químico, requisito este relacionado diretamente com a camada de acabamento, os projetistas deverão exigir dos fabricantes a resistência ao ataque químico das camadas de acabamento e seus componentes, desde que possuam normas específicas. No

caso de não existir normas específicas, a NBR 15575-3 contempla duas metodologias para avaliar desempenho da camada de acabamento conforme área de aplicação: seca ou molhada/molhável. Com relação ao desgaste por abrasão, requisito este também relacionado com a camada de acabamento, os projetistas deverão solicitar aos fabricantes a resistência ao desgaste dos componentes conforme normas específicas.

2.2.5.7. Funcionalidade e Acessibilidade

A NBR 15575-3 traz os requisitos de desempenho de sistemas de pisos para pessoas portadoras de deficiência física ou pessoas com mobilidade reduzida. Nestes casos o sistema de pisos deve atender a ABNT NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

2.2.5.8. Conforto tátil, visual e antropodinâmico.

Neste caso, a percepção estética do usuário é levada em consideração, daí a importância do requisito de homogeneidade quanto à planicidade da camada de acabamento do sistema de piso. São estabelecidos limites para ondulações na camada de acabamento do sistema de piso ou em superfícies regularizadas para a fixação da camada de acabamento, as quais podem comprometer a estética projetada. As irregularidades graduais não podem superar 3 mm em relação a uma régua de 2 m de comprimento em qualquer direção.

3. SISTEMA “PISO SOBRE PISO”

3.1. INTRODUÇÃO

Os avanços na pesquisa dos componentes químicos constituintes da argamassa, outrora apenas um produto que proporcionava a ligação entre uma peça e uma base, trouxeram à construção civil novas possibilidades de escolha e modalidades de execução de um procedimento há décadas utilizado no Brasil e no mundo: a instalação de piso sobre contra piso.

Em acesso às páginas dos fabricantes Weber e PortoKoll na seção de argamassas para pisos, pode-se observar a gama de tipos e especificidades oferecidas aos métodos executivos de assentamento de piso, destacando os seguintes:

- a) Argamassa para Cozinhas e Banheiros
- b) Argamassa para Interiores
- c) Argamassa para Pedras
- d) Argamassa para Grandes Formatos
- e) Argamassa para Porcelanatos Claros
- f) Argamassa para Piso sobre Piso

A possibilidade de assentar um novo piso sobre um piso já existente elimina algumas etapas da reforma realizadas em processos convencionais: extração do piso antigo, limpeza, regularização e aplicação da argamassa de assentamento convencional (WEBER SAINT-GOBAIN, 2014).

Em entrevista com o renomado pesquisador do IPT, o Dr. Ercio Thomaz, constatou-se que o método empregado para a execução do sistema piso

sobre piso é uma extrapolação do conhecimento do tradicional assentamento de piso sobre contra piso (THOMAZ, 2014).

3.2. COMPOSIÇÃO, DESCRIÇÃO DO SISTEMA PISO SOBRE PISO.

Um sistema convencional de revestimento cerâmico consiste de uma camada de acabamento (placa cerâmica) assentada sobre um contrapiso ligadas entre si por uma argamassa colante (Identificar a figura).

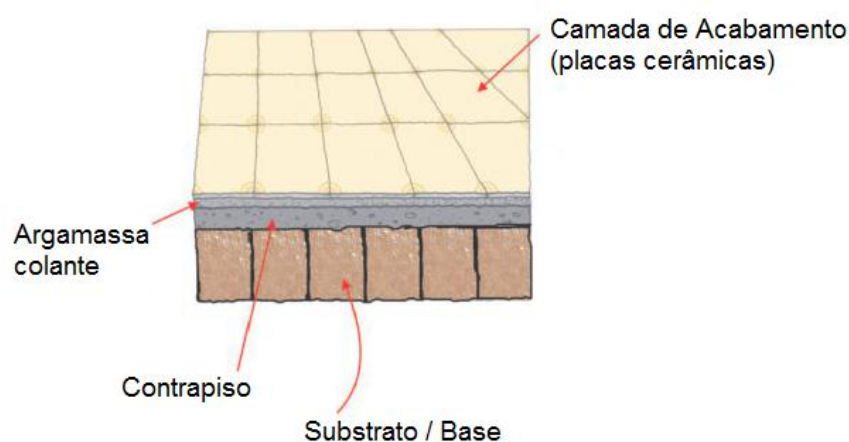


Figura 9 Sistema convencional de assentamento de piso

Fonte: Adaptado de <http://construfacilrj.com/wp-content/uploads/2013/12/camadas-dos-revestimentos.jpg>

Já o sistema Piso sobre Piso consiste no assentamento de uma camada superior de acabamento, a qual é ligada ao antigo conjunto por meio de uma argamassa colante específica para tal execução. A Figura 10 ilustra tal sistema, em que conjunto antigo é constituído por laje, argamassa colante convencional e piso cerâmico. A placa cerâmica nova é colocada diretamente sobre o piso antigo, ligada pela argamassa colante para piso sobre piso.

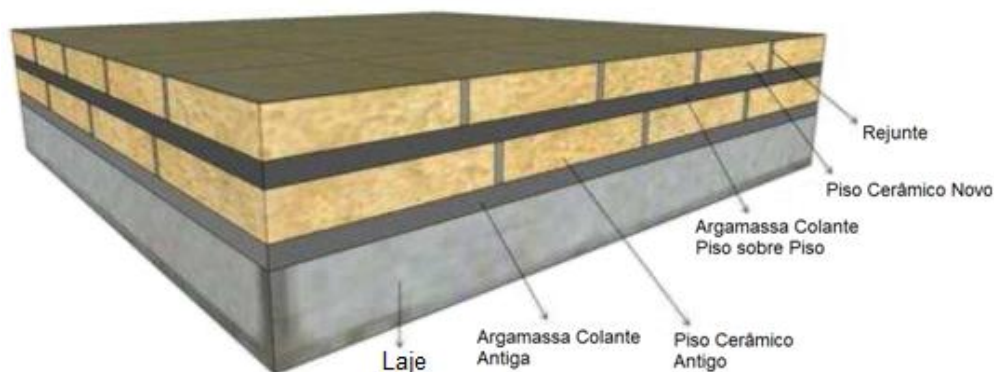


Figura 10 - Sistema Piso sobre Piso
Fonte: Adaptado de Pereira (2012)

A integridade e monolitização do sistema são garantidas pela aderência entre as diferentes camadas, propriedade esta que confere qualidade e durabilidade. A nova argamassa deve apresentar resistência suficiente para garantir a transferência de esforços do piso novo para o sistema antigo. Segundo PEREIRA (2012), pode-se dividir o mecanismo de aderência de uma argamassa em:

- a) Adesão Inicial, obtida no momento de aplicação da argamassa.
- b) Aderência propriamente dita, desenvolvida ao longo do processo de hidratação dos aglomerantes da argamassa.

PEREIRA cita a NBR 13528:2010 e relata que a aderência não é uma propriedade exclusiva da argamassa colante, mas sim da interação entre as camadas constituintes do sistema de revestimento (Figura 11). Tal propriedade é dependente da composição e reologia das argamassas, da natureza e características do substrato no qual a argamassa colante será aplicada, das condições de exposição e também dos procedimentos de assentamento do revestimento.

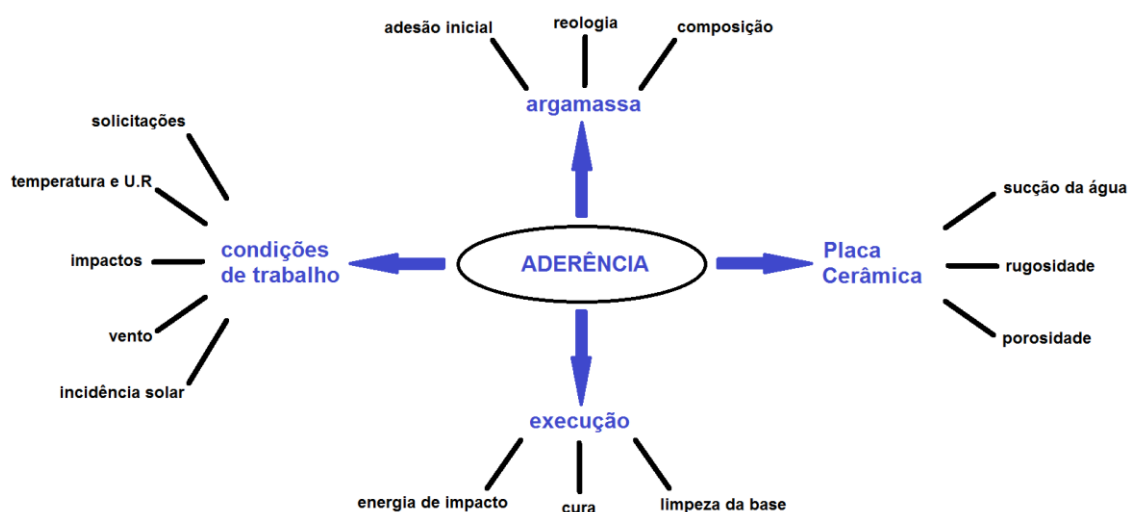


Figura 11 - Fatores que exercem influência na resistência da aderência de argamassas colantes
 Fonte: Adaptada de PEREIRA (2012)

Embora retratado no item sobre execução do assentamento do novo piso sobre o antigo, deve-se ressaltar que a argamassa do piso antigo deve se apresentar íntegra, isenta de regiões com falhas e descolamentos, a fim de evitar um ponto de concentração de tensões e possível descolamento do conjunto, conforme ilustrado na Figura 12. Na Figura 12 (a) tem-se o caso no qual a argamassa antiga se encontra íntegra, garantindo a correta transferência de esforços. Neste cenário, os esforços transferidos estão abaixo da resistência aderente da argamassa antiga. Já na Figura 12 (b), devido ao descolamento de trecho da argamassa antiga, a transferência de esforços se dá de maneira concentrada, com possibilidades do esforço transferido exceder a capacidade resistente da argamassa antiga, comprometendo o sistema.

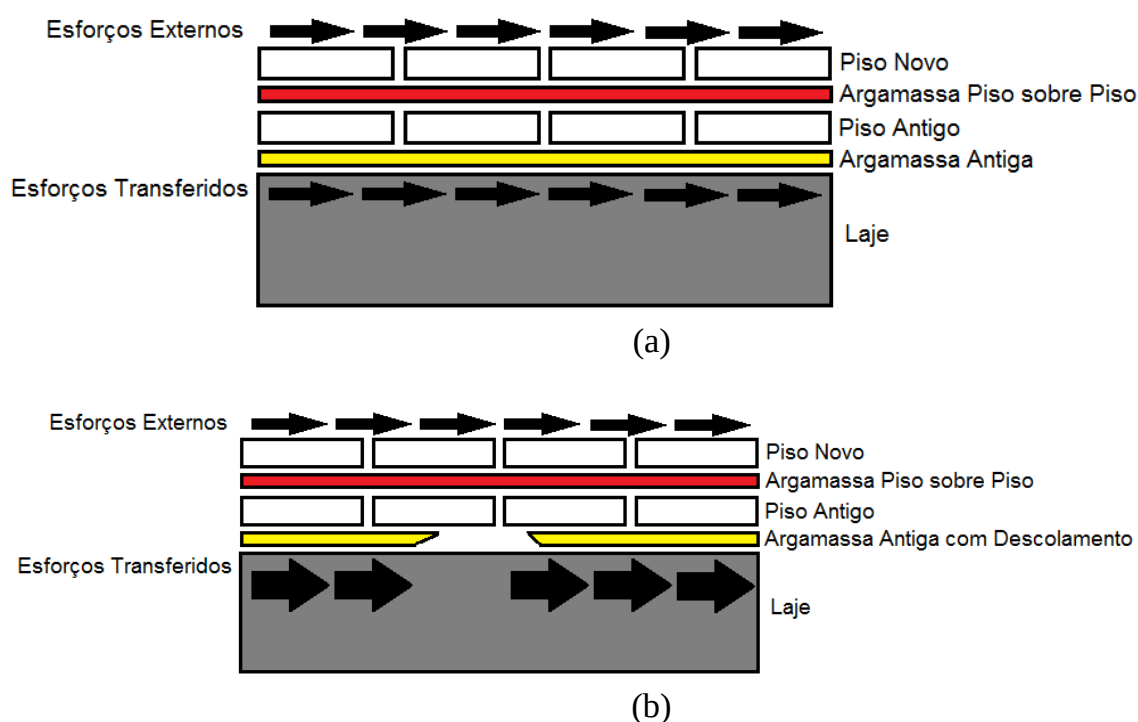


Figura 12 - Transferência de esforços com argamassa antiga íntegra (a) e argamassa antiga descolada (b)

3.3. MATERIAIS E EXECUÇÃO DO SISTEMA PISO SOBRE PISO

3.3.1. DOS MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS NA EXECUÇÃO DO SISTEMA

Conforme já exposto nesse trabalho, não há uma norma específica para a Execução de revestimentos “Piso sobre Piso”, sendo que sua execução e especificações trata-se de uma extrapolação do conhecimento do tradicional assentamento de piso sobre contrapiso. Recomendam-se os seguintes materiais para a correta execução do assentamento de piso sobre piso (EQUIPE DE OBRA, 2009): Equipamentos de Proteção Individual; Desempenadeira 8 mm ou raio 10mm; Martelo comum e martelo de borracha; Colher de pedreiro; Trena; Espaçadores; Talhadeira; Régua; Nível de bolha; Maseira; Dosador de água; Trincha; Escova; Esponja.



Figura 13 – Materiais recomendados

3.3.2. DA EXECUÇÃO DO SISTEMA

Embora não exista uma norma na Associação Brasileira de Normas Técnicas para a execução de ensaios e métodos construtivos para assentamento de piso sobre piso, é possível obter de fabricantes manuais executivos com extensa descrição e ilustração do passo a passo, vídeos demonstrativos e recomendações (Overcoll, Cimentolit e Portokoll). Ainda, são disponibilizadas fichas de informações de segurança de produto químico, que contém toda a identificação do produto, informações a respeito de perigos ao manuseio e exposição, composição e propriedades químicas, medidas de segurança em casos de acidentes localizados (manuseio) e em grande escala (incêndio, derramamento / vazamento durante o transporte), além de informações quanto ao transporte (WEBER SAINT-GOBAIN, 2014)

O método construtivo do assentamento de piso sobre piso pode ser orientado conforme diversos manuais disponíveis em websites de fabricantes de argamassas (Manual Overcoll, Manual Portokoll).

As etapas de execução bem como as figuras do passo-a-passo foram retiradas conforme EQUIPE DE OBRA (2009), que são as seguintes:

i. Limpeza da Superfície e verificação de prumo e de planicidade da superfície

Após a limpeza da superfície a ser trabalhada, tem-se a verificação da planicidade e de possíveis desvios de prumo (Figura 14). As condições para a execução deverão estar de acordo com a NBR 13.749:1996.



Figura 14 – Verificação da planicidade.

ii. Verificação das condições do piso existente

A fim de garantir a correta aderência entre pisos, o piso original deverá estar corretamente colado na base (Figura 15). Para tanto, recomenda-se a verificação com batidas de um martelo; em ocasião na qual for emitido um som oco, há a possibilidade de parte do piso estar descolada.



Figura 15 – Verificação do piso original

iii. Limpeza do piso existente

O assentamento do novo piso sobre o piso antigo deverá ser feito sobre uma superfície limpa, livre de impurezas, conforme ilustrado na Figura 166.



Figura 16 – Limpeza do piso original

iv. Preparação da argamassa colante

Em um recipiente de plástico (ou metal), deve-se misturar a argamassa em pó com a água até formar uma massa homogênea e de consistência pastosa, conforme pode ser observado na Figura 177. A proporção de água / argamassa, tempo de repouso antes da aplicação e tempo máximo para a utilização depende do fabricante.



Figura 17 – Preparação da argamassa colante

v. Aplicação da argamassa sobre a base

Conforme ilustrado na Figura 18, a argamassa deve ser espalhada com o lado liso da desempenadeira.



Figura 18 – Aplicação da argamassa colante

Após a aplicação, estando a superfície uniformemente coberta, posiciona-se a desempenadeira a 60° para serem feitos os cordões (Figura 19).



Figura 19 – Desenho de cordões

vi. Assentamento da placa

O assentamento da placa deve ser feito, inicialmente, de maneira manual, com pressão para ocorrer o esmagamento dos cordões desenhados no item anterior e o completo espalhamento da argamassa para efetiva ponte de aderência. Este procedimento é ilustrado na Figura 20.



Figura 20 – Assentamento da placa – etapa manual

O martelo de borracha possui duas funções: auxiliar na completa aderência da argamassa à placa e na identificação de pontos que não foram corretamente preenchidos (Figura 21).



Figura 21 – Assentamento da placa – etapa com martelo de borracha

vii. Verificação

A Figura 22 ilustra uma placa levantada (escolhida aleatoriamente) e a exposição das condições da argamassa. Tal verificação se faz necessária a fim de garantir o correto esmagamento dos cordões e espalhamento da argamassa.



Figura 22 – Verificação do espalhamento

viii. Aplicação de espaçadores

A utilização de espaçadores (Figura 23) é recomendada para demarcar espaços para rejuntamento.



Figura 23 – Aplicação de espaçadores

ix. Verificação Final e Limpeza

A etapa de verificação final é feita com o auxílio de um nível para a verificação da correta instalação do novo piso sobre o original (Figura 24). Em caso afirmativo, pode-se executar sua limpeza com uma esponja úmida, conforme ilustrado na Figura 25. O tempo a ser liberado para tráfego é recomendado por cada fabricante.



Figura 24 – Verificação do nivelamento



Figura 25 – Limpeza

3.4. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO SISTEMA PISO SOBRE PISO

Todo o sistema assentado com interface ligante, seja horizontal (piso ou piso assentado sobre piso), seja vertical (fachadas), pode apresentar as seguintes manifestações patológicas:

3.4.1. FISSURAS

Ao submeter o sistema a esforços internos que ultrapassam os limites de resistência da argamassa colante e das peças de revestimento, tem-se a fissuração. As possíveis causas de fissuração podem ser descritas, a seguir:

- a) Dilatação e retração das placas de revestimento: Ocorrência devido à variação térmica ou de umidade.
- b) Deformação estrutural excessiva: Deformação na estrutura devido à magnitude de esforços não previstos em projeto (vento, empuxo lateral, cargas verticais) e transferência parcial para os revestimentos.
- c) Ausência de detalhes construtivos: Ausência de vergas, contravergas em portas e janelas, pingadeiras, platibandas e previsão de juntas de movimentação.
- d) Retração da argamassa de fixação: Substituição da argamassa industrializada por uma dosada in loco. O desconhecimento das técnicas de dosagem, aliada a baixa qualidade dos componentes na mistura, contribui para uma argamassa com elevada retração.



Figura 26 – Exemplo de Piso com fissuras fora do rejunte
Fonte: [http://www.microreve.com.br/fich/userfiles/image/fotografia%20\(7\).JPG](http://www.microreve.com.br/fich/userfiles/image/fotografia%20(7).JPG)

3.4.2. *DESCOLAMENTOS OU DESPLACAMENTOS*

A perda de aderência da placa à sua base é consequência de falhas ou ruptura de sua interface, quando as tensões nas quais o sistema é submetido ultrapassa a capacidade aderente.

O Centro Cerâmico do Brasil expõe em seu Manual de Assentamento de Revestimentos Cerâmicos – Pisos Internos (PAMESA, 2010) que as manifestações patológicas de deslocamento de revestimentos se dão devido à:

- a) Má qualidade do material utilizado
- b) Qualidade deficiente da mão de obra

- c) Qualidade deficiente da parede suporte
- d) Ausência de correta definição das juntas
- e) Má condição de trabalho



Figura 27 – Exemplo de Desplacamento de fachadas

Fonte: http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/execucao-etapa-critica-do-revestimento_1130_0_1



Figura 28 - Piso descolado no Ginásio Municipal do Parque do Trabalhador
Fonte: Prefeitura Municipal de Taquara-RS



Figura 29 – Exemplo de Descolamento de piso residencial

PEREIRA (2012) destaca que a manifestação patológica mais comum de pisos é o descolamento da placa, proveniente de falhas na aderência da interface. Ainda, ressalta que a técnica de assentamento de piso sobre piso é ainda recente e que o conhecimento sobre as propriedades do conjunto assentado ainda necessita de pesquisa.

3.4.3. EFLORESCÊNCIA, FUNGO E MANCHAS.

Eflorescências são depósitos cristalinos de sais que aparecem na superfície do revestimento, provenientes da evaporação água salinizada depositada em pisos e fachadas. Ao entrar em contato com o ar, esses sais se solidificam. Dada a microestrutura das placas cerâmicas e das argamassas, seus interiores contêm vazios e microcanais que promovem o transporte da água salinizada por capilaridade ou gradiente hidráulico.



Figura 30 - Exemplo de Eflorescência em fachada por ausência de mureta perimetral

Fonte: <http://petrusengenharia.com.br/congresso2.html>

A ocorrência de fungos se dá na argamassa de rejunte, geralmente com sua composição apresentando porosidade elevada e ausência de adição de agentes de combate a tais microorganismos.



Figura 31 – Exemplo de proliferação de fungo em argamassa de rejunte com cor original cinza

Fonte: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/116/artigo287385-2.aspx>

A ocorrência de manchas na superfície dos revestimentos pode se dar devido à placas já desgastadas, placas com elevada porosidade e pisos não esmaltados.

RHOD (2011) cita TIMELLINI e CARANI (1997) e mostra que os principais mecanismos de manchamento por uso são:

- a) Ação química: a mancha produz um ataque químico sobre a superfície (vinagre, vinho, etc.), sendo mais comum em superfícies desgastadas;
- b) Ação penetrante e com coloração: ocorre devido à elevada porosidade do material (cigarros e tintas);
- c) Ação oxidante: bebidas carbonatadas de cola e cigarros;
- d) Formação de película ou camada: azeite de oliva ou café



Figura 32 – Exemplo de Piso manchado por vazamento de óleo de veículo
Fonte: <http://limcamar.files.wordpress.com/2013/02/manchas-aceite.jpg>

A mancha por água é a ocorrência de alteração na tonalidade em revestimentos cerâmicos devido ao manchamento abaixo do esmalte, na camada localizada entre o esmalte e a cerâmica.



Figura 33 - Exemplo de Piso manchado por água

3.4.4. DETERIORAÇÃO DAS JUNTAS

Responsáveis pela estanquidade do revestimento cerâmico e pela capacidade de absorver deformações, as argamassas de preenchimento das juntas (rejuntas) se apresentam como uma poderosa ferramenta de garantia da durabilidade e integridade do sistema.

Sistemas de limpeza inadequados, envelhecimento acelerado da argamassa das juntas devido à má qualidade dos materiais empregados em sua composição, ou exposição a meios agressivos como chuva ácida, poderão resultar em perda parcial ou total das funções protetoras e impermeabilizantes.



Figura 34 - Exemplo de Argamassa de preenchimento das juntas deteriorada

3.5. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL E MATERIAIS UTILIZADOS

Conforme já descrito nesse trabalho iremos para analisarmos a influência da superfície da placa cerâmica (esmaltada e não esmaltada) de base do assentamento “piso sobre piso” na resistência de aderência à tração da argamassa, executamos um programa experimental.

Para alcançarmos nosso objetivo, desenvolveu-se um projeto experimental com a definição da variável de estudo (resistência de aderência à tração) e o método para testar e interpretar as suas respostas. O planejamento experimental, a descrição dos materiais e métodos e a forma de análise dos resultados estão apresentados neste capítulo.

3.6. PLANO DE TRABALHO

Tendo em vista que não há uma norma específica para ensaios de sistemas de revestimento “piso sobre piso” nos baseamos nos procedimentos experimentais utilizados na tese 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 de Eduardo Pereira, cujo

título é “Estudo da Influência das Propriedades de Argamassas Colantes na Resistência de Aderência de Revestimentos Cerâmicos Aplicados no Assentamento de Piso Sobre Piso” (2012).

Esse trabalho abordou o comportamento reológico das argamassas de assentamento “piso sobre piso”, entretanto não abordou o tema proposto em nosso trabalho que é a influência do tipo de superfície da placa base de assentamento na resistência de aderência a tração da argamassa.

Para o nosso estudo da aderência em sistemas de revestimento cerâmico de “piso sobre piso” seguimos o planejamento experimental proposto no referido trabalho e dividimos o experimento em duas fases de trabalho.

A primeira fase consistiu na moldagem de placas cerâmicas sobre um piso de referência em laboratório, adaptando procedimentos recomendados pela ABNT NBR14081-1, (2012) Determinação da resistência de aderência à tração, para duas argamassas colantes, de diferentes fornecedores, em face de dois tipos de placas base de cerâmica, uma esmaltada e outra não esmaltada. Nesta fase foram obtidos valores de resistência de aderência para cada argamassa colante estudada submetida às duas diferentes superfícies de assentamento, conforme fluxograma já apresentado no Capítulo 1.

A dosagem das argamassas e o ensaio de tração foram realizados no laboratório da BRASCONTEC.

3.7. VARIÁVEL DE ESTUDO

Para alcançarmos o objetivo geral traçado na exordial desse trabalho a variável analisada foi a influência da superfície da placa cerâmica base sobre a resistência de aderência de sistemas de revestimentos cerâmicos do tipo “piso sobre piso”. Para isto foram selecionadas duas argamassas colantes industrializadas, todas do tipo ACIII, sendo cada uma de um diferente fabricante.

Há de se ressaltar mais uma vez que não existem normatizações para a aplicação de piso sobre piso, em face disso foi considerado em laboratório um desempenho mínimo para o assentamento os requisitos mínimos definidos pela ABNT NBR 14081-4, (2012)

Como substrato de assentamento da placa de cerâmica base, utilizamos uma palca de granilite 50x50 cm, com resistência à tração de 2 MPa, para resistir a tensões de cisalhamento.

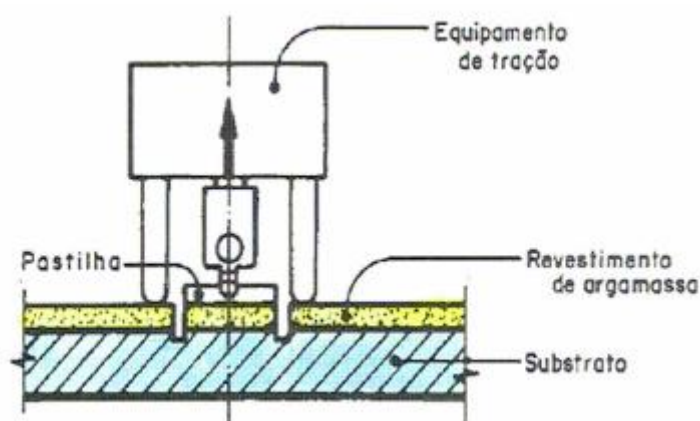


Figura 35 – Esquema básico para o ensaio de tração em argamassas.

Sob esse substrato padrão foram assentadas dois tipos de placas cerâmicas que serviram de base para o assentamento das placas de amostras a serem testadas.

A primeira foi um Porcelanato 52x52 Pei4, com acabamento acetinado não esmaltado. Esta cerâmica será denominada tipo A.

A segunda foi um Porcelanato 50x50 Porcelanato Pei4 Cx 1,65, com acabamento acetinado esmaltado. Esta cerâmica será denominada tipo B.

As placas cerâmicas utilizadas para revestimento foram do grupo Blla, conforme preconiza as diretrizes de classificação da ABNT NBR 13817 (1997), que apresentem absorção de água de $(4 \pm 1) \%$. Essas foram cortadas em placas de seção quadrada com (50 ± 1) mm de aresta e estar limpas e secas. O engobe foi retirado com escova de náilon a seco e, se necessário, deve ser efetuada lavagem com água e secagem em estufa até massa constante.

O número de amostras analisadas foi definido pela limitação de espaço para o assentamento na placa, que totalizou 10 (dez) placas por tipo de superfície.

As argamassas colantes foram escolhidas em função de sua disponibilidade nas lojas de materiais de construção na região da Grande Vitória-ES e buscando-se o uso das principais marcas do mercado local.

A primeira argamassa (chamada de ARGAMASSA 1) tem uma relação de consumo de 10 kg de argamassa por 2,10 ml de água. A segunda argamassa (Argamassa 2) tem relação de consumo de água de 10 kg por 3,25 ml de água.

Ambas estão no mercado especificadas pelos seus respectivos fabricantes como apropriada para o uso de assentamento de placas cerâmicas sobre pisos cerâmicos.

4. ESTUDO DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA NO ASSENTAMENTO DE PISO SOBRE PISO

Conforme já delineado no Capítulo 4, para o estudo da resistência de aderência de revestimentos assentados com argamassa colante sobre um revestimento já existente, procederam-se ensaios similares ao recomendado pela NBR 14084 (ABNT, 2004), ensaios de aderência em argamassa colante, com adaptações na superfície nas quais a argamassa colante foi assentada, sendo uma esmaltada e outra não esmaltada.

O ensaio proposto pela ABNT NBR 14081-4, (2012) adota um método para determinação da resistência de aderência, medida através de arrancamento por tração simples, de placas cerâmicas assentadas com argamassa colante sobre um substratos padronizados. Neste trabalho, tendo em vista que se buscou verificar a resistência de aderência entre pisos sobre piso sobre superfícies diferentes e com porosidade diferentes (esmaltadas e não esmaltadas) e pouco porosas, buscou-se simular esta condição assentando-se uma placa cerâmica sobre os substratos padrão, no caso uma placa de granilite com 2 MPa de resistência, e a posteriori então realizar a moldagem das placas cerâmicas com argamassa colante, conforme delineado pelo trabalho realizado por PEREIRA, (2012).

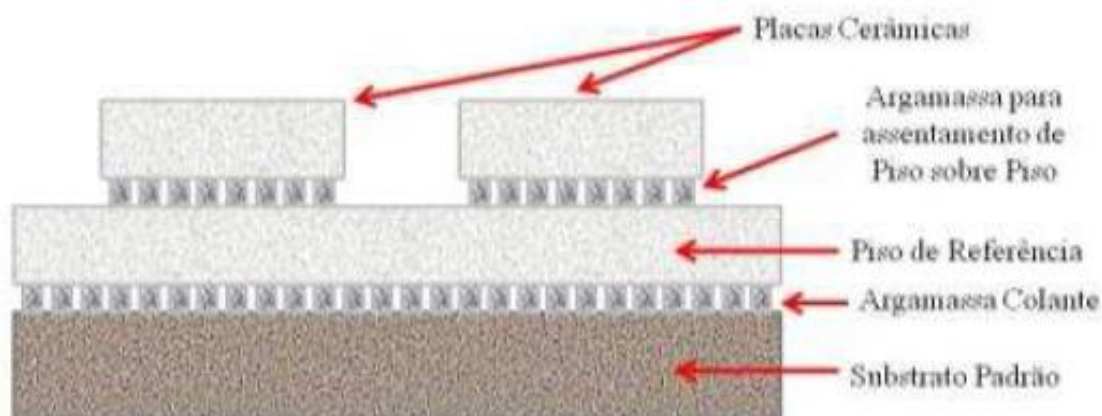


Figura 36- Esquema da adaptação do ensaio de resistência de aderência em laboratório.
Fonte: Adaptação PEREIRA (2012)

Abaixo temos as etapas do experimento:

Em um primeiro momento preparamos o substrato padrão (a placa de Granilite) com a limpeza da sua superfície retirando todas as impurezas e fazendo ranhuras com uma escova de aço para garantir a melhor aderência da placa base.



Figura 37 – Preparação do substrato padrão utilizado: placas de Granilite com resistência de 2,00 Mpa.

Após esse tratamento prévio sparamos as placas para o assentamento das placas cerâmicas do piso de referência.



Figura 38 – Argamassa de assentamento do piso de referência (Placa Base) sobre o substrato padrão (Granilite)..



Figura 39 – Cerâmica do piso de referência assentada.

Com moldagem dos pisos de referência (Esmaltados e Não Esmaltado) sobre o substrato padrão (placa de granilite), assentou-se as pastilhas de porcelanato PE4 com dimensão de 50x50 mm, seguindo os procedimentos determinados pela ABNT NBR 14081-4 (2012), o conjunto foi deixado em ambiente de laboratório durante 28 dias.



Figura 40 – Assentamento das pastilhas cerâmicas sobre piso de referência.

Após a moldagem das placas cerâmicas sobre os pisos de referência, os conjuntos foram submetidos à cura normal, conforme recomendado pela (ABNT NBR 14081-4, 2012), onde conjunto ficou durante 28 dias em condições ambientais do laboratório (temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $60 \pm 4\%$, sem presença de vento).

Após 28 dias de cura, pastilhas de metal foram coladas com resina epóxi no topo de cada placa cerâmica e procedeu-se a determinação da resistência de aderência à tração nas placas assentadas sobre o piso de referência. As pastilhas metálicas têm a mesma dimensão das placas cerâmicas (50 x 50 mm).

Iniciaram-se os ensaios 1 hora após a colagem das pastilhas metálicas, devido ao tempo necessário para a cura da resina (cola). O equipamento utilizado para a execução dos ensaios de arrancamento é um modelo Dyna 206, da marca PROCEQ, com manômetro digital integrado.



Figura 41 – Vista do Equipamento utilizado no ensaio.

Após os ensaios de arrancamento, procedeu-se o tratamento dos dados adotando as recomendações da ABNT NBR 14081-4 (2012). Calculou-se a média e o desvio padrão dos valores obtidos. Para médias iguais e superiores a 0,30 MPa, descartou-se todos os resultados que se distanciaram mais de 20% da média. Para média inferior a 0,30 MPa, descartou-se os resultados que se distanciaram da média mais que 0,06 MPa. Os limites calculados para a realização dos descartes devem ser arredondados ao centésimo mais próximo.

Considerou-se válido o resultado encontrado quando, após eliminar os valores espúrios, pelo menos cinco valores se encontravam nos limites estipulados. A resistência de aderência é a média dos valores válidos após o tratamento inicial.

Conforme a (ABNT NBR 14081-4, 2012):

”Restando menos que cinco resultados individuais na repetição, considera-se o ensaio como não conclusivo, devendo-se informar este fato no relatório, assim como o valor das médias dos dois ensaios, calculados conforme descrito anteriormente, arredondados à primeira decimal”.

Outra informação que consta na planilha da é referente ao tipo de ruptura que o sistema ensaiado sofreu. A ABNT NBR 14081-4 (2012) especifica seis tipos de ruptura possíveis, sendo estas: ruptura do substrato (S); na interface argamassa e substrato (S/A); na argamassa (A); interface argamassa e placa cerâmica (A/P); na placa cerâmica (P) e ainda; falha na colagem da pastilha (F).

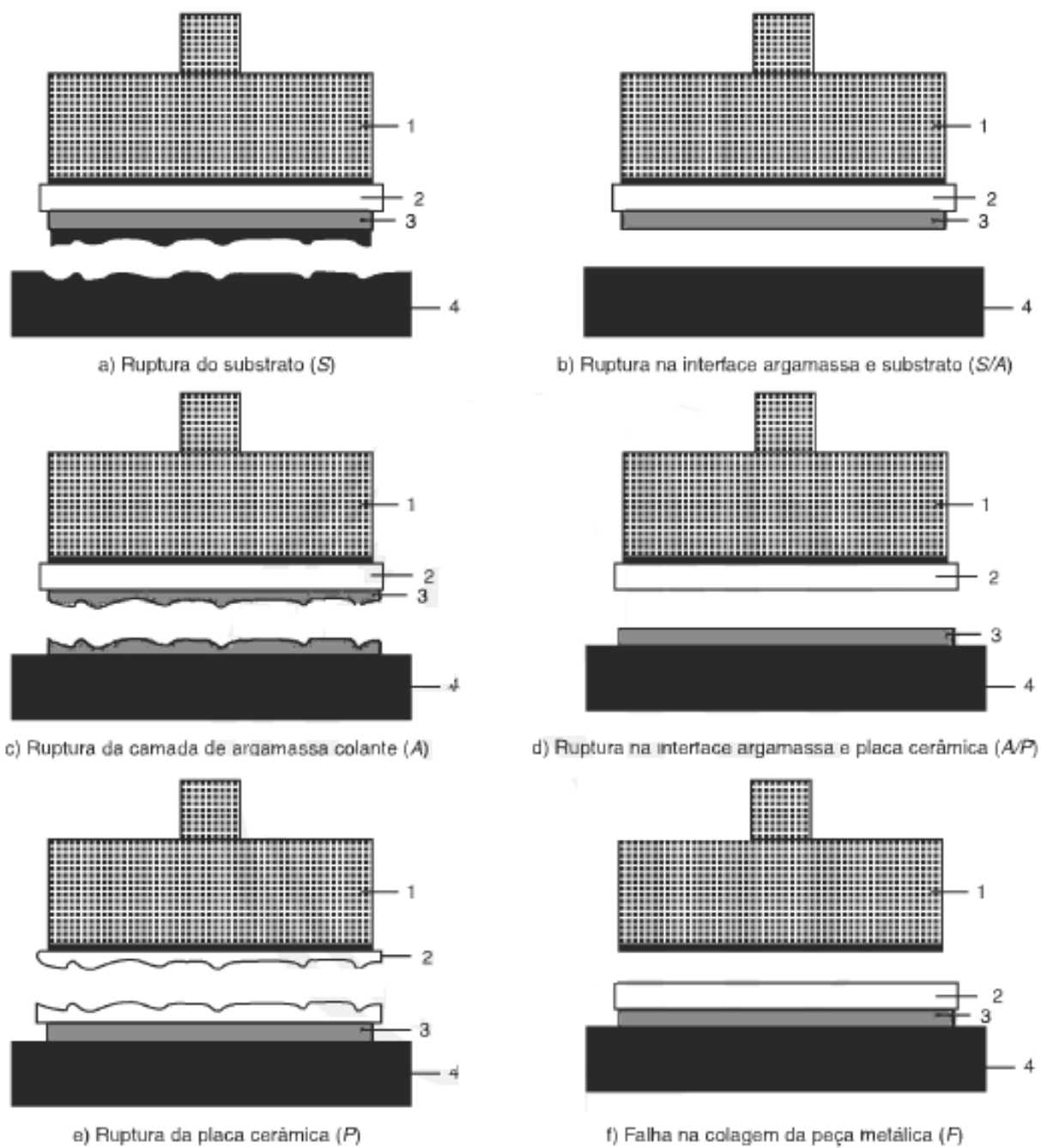


Figura 42 – Vista do Equipamento utilizado no ensaio.
 Fonte: Adaptado ABNT NBR 14081-4 (2012)

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

O objetivo principal deste trabalho é avaliar se a superfície de contato entre a argamassa e o piso cerâmico base influencia na resistência de aderência das argamassas colantes utilizadas para assentamento de piso sobre piso.

No capítulo anterior detalhamos os procedimentos do ensaio bem como os materiais utilizados para a sua realização. Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados e detalhes de tratamentos dos dados obtidos com a execução do programa experimental.

Nas planilhas abaixo está o resumo dos resultados de ensaio de resistência de aderência em laboratório e os dados que não foram considerados para o cálculo.

Tabela 5 - Ensaio de resistência de aderência ARGAMASSA A – Cerâmica Tipo A - Esmaltada.

Resultado Cura Normal – ARG. A - Cerâmica Tipo A - Esmaltada			
Corpo de Prova	Data da Modelagem	20/11/2014	Dado Utilizado
	Tipo de Ruptura	Resultado Mpa	
1	A/P	0,20	Não
2	A/P	0,33	Sim
3	A/P	0,33	Sim
4	A/P	0,41	Não
5	A/P	0,30	Sim
6	A/P	0,34	Sim
7	A/P	0,40	Não
8	A/P	0,17	Não
9	A/P	0,46	Não
10	A/P	0,20	Não
	Média Inicial	0,31	
	Desvio Padrão	0,10	
	Limite Máx.	0,38	
	Limite Mín.	0,25	
	Média Final	0,33	

Na Tabela 5 observamos que a média inicial ficou acima de 0,30 Mpa. Portanto adotamos o disposto no item 7.2.1 da NBR 14081-4 que determina que devem ser descartados os resultados que se distanciarem mais de 20% da média.

Há de ressaltar também que este ensaio apresentou um número menor que 5 (cinco) de dados para apresentarmos a resistência de aderência, o que classifica o ensaio como inconclusivo.

Tabela 6 - Ensaio de resistência de aderência ARGAMASSA A – Cerâmica Tipo B – Não Esmaltada.

Resultado Cura Normal – AGR. A - Cerâmica Tipo B - Não Esmalta			
Corpo de Prova	Data da Modelagem	20/11/2014	Dado Utilizado
	Tipo de Ruptura	Resultado Mpa	
1	A/P	0,34	Não
2	A/P	0,23	Sim
3	A/P	0,46	Não
4	A/P	0,45	Não
5	A/P	0,15	Não
6	A/P	0,22	Sim
7	A/P	0,21	Sim
8	A/P	0,21	Sim
9	A/P	0,21	Sim
10	A/P	0,21	Sim
Média Inicial		0,27	
Desvio Padrão		0,11	
Limite Máx.		0,33	
Limite Mín.		0,21	
Média Final		0,22	

Na Tabela 6 observamos que a média inicial ficou abaixo de 0,30 Mpa. Portanto adotamos o disposto no item 7.2.1 da NBR 14081-4 que determina que devem ser descartados os resultados que se distanciarem da média mais que 0,06Mpa.

Outro ponto importante a ser destacado é que todas as rupturas nas cerâmicas assentadas com a Argamassa tipo “A” aconteceram na interface argamassa e substrato, sem deixar vestígios de argamassa colante no tardo da placa.



Figura 43 – Vista do das pastilhas utilizadas após o ensaio com a ARGALIT.

Esse comportamento também não era esperado visto que esse tipo de manifestação patológica é muito recorrente quando o tempo em aberto da argamassa não é respeitado, entretanto todas as diretrizes do fabricante foram atendidas, o que faz creditar esse comportamento à má qualidade do produto.

Para a ARGAMASSA Q os resultados apresentados foram completamente diferentes do que aqueles apresentados pela ARGAMASSA A

Tabela 7 - Ensaio de resistência de aderência ARGAMASSA Q – Cerâmica Tipo A – Não Esmaltada.

Resultado Cura Normal – ARG. Q - Cerâmica Tipo A - Não esmaltado			
Corpo de Prova	Data da Modelagem	20/11/2014	Dado Utilizado
	Tipo de Ruptura	Resultado Mpa	
1	A	0,54	Não
2	A	0,88	Sim
3	A	0,92	Sim
4	A	0,71	Sim
5	F	0,88	Sim
6	A	0,49	Não
7	A	0,68	Sim
8	A	0,87	Sim
9	A	0,88	Sim
10	A	0,84	Sim
Média Inicial		0,77	
Desvio padrão		0,15	
Limite Máx.		0,92	
Limite Mín.		0,61	
Média Final		0,83	

Tabela 8 - Ensaio de resistência de aderência ARGAMASSA Q – Cerâmica Tipo B - Esmaltado.

Resultado Cura Normal - Resultado Cura Normal - ARG. Q - Cerâmica Tipo B Esmaltado			
Corpo de Prova	Data da Modelagem	20/11/2014	Dado Utilizado
	Tipo de Ruptura	Resultado Mpa	
1	A	0,53	Não
2	A	0,56	Sim
3	A	0,68	Sim
4	A	0,47	Não
5	G	0,76	Sim
6	A e S/A	0,81	Sim
7	G	0,60	Sim
8	G	0,81	Sim
9	S/A	0,69	Sim
10	S/A	0,96	Não
Média Inicial		0,69	
Desvio padrão		0,15	
Limite Máx.		0,82	
Limite Mín.		0,55	
Média Final		0,70	

A princípio vale ressaltar que as argamassas utilizadas no procedimento experimental apresentaram valores abaixo do que determina a ABNT NBR 14801 - PARTE 1, (2012), sendo que a que apresentou o pior resultado é a Argamassa 1, onde em média as resistência ficou 70% abaixo do permitido por norma, enquanto que a Argamassa 2 ficou 20% abaixo.

Apesar disso os resultados referentes às argamassas x superfícies da placa base permitem observar comportamento entre as diferentes superfícies.

Para a ARGAMASSA A, observamos um comportamento divergente ao esperado, visto que a resistência de aderência para a placa esmaltada apresentou um valor maior do que a placa não esmaltada conforme é possível observar na Figura 44.

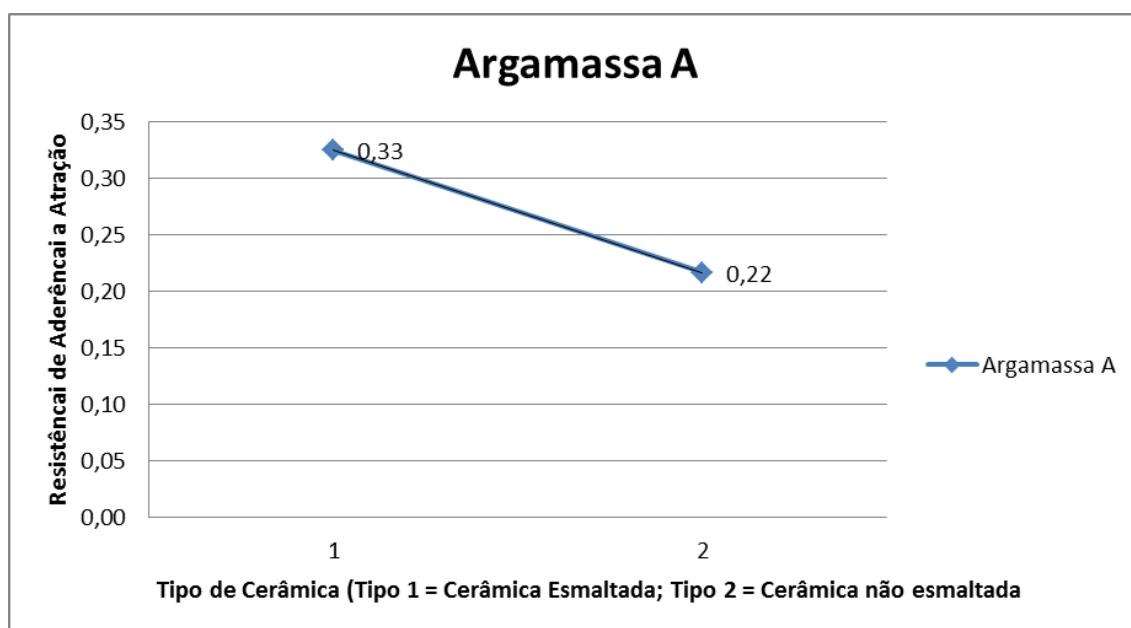


Figura 44 - Correlação entre os valores de resistência de aderência obtidos variando o parâmetro da superfície da placa cerâmica base - Argamassa A

Uma das possíveis explicações para esse comportamento é o fato de que o ensaio para a placa esmaltada ser inconclusivo para os dados apresentados. Outra hipótese pode ser a má qualidade no produto.

A ARGAMASSA Q, os resultados apresentados estão dentro do esperado para pesquisa, ou seja, a cerâmica esmaltada apresentou uma resistência menor do que a cerâmica não esmaltada.

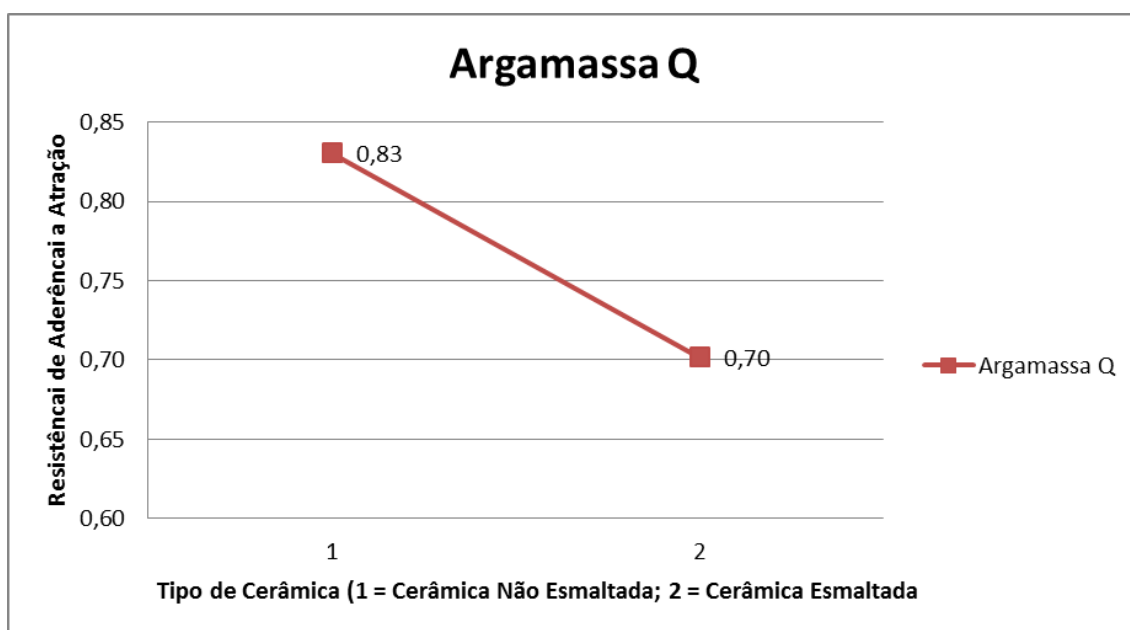


Figura 45 - Correlação entre os valores de resistência de aderência obtidos variando o parâmetro da superfície da placa cerâmica base – Argamassa Q

A diferença de resistência de aderência nos pisos com diferentes argamassa ficou da ordem de 0,5 MPA, o que sucinta a diferença de qualidade entre as duas argamassas o que foje, a princípio, da espectiativa de um erro padrão relativo por diferença de composição.

Das argamassas colantes utilizadas nessa pesquisa, uma delas apresentou desempenho abaixo do esperado. Baseado no exposto pode-se concluir que a técnica de assentamento de piso sobre piso mostra-se viável, desde que se observe qual o tipo de superfície está se assentando o revestimento, bem como o tipo de cerâmica que será utilizado, além é claro de a qualidade da argamassa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho avaliou a resistência de aderência de argamassas colantes através de ensaios laboratoriais face ao tipo de superfície da palca de cerâmica base do sistema “piso sobre piso” (esmaltada e não esmaltada). Além disto, as argamassas utilizadas foram a de uso corrente no mercado da Grande Vitória-ES para buscar melhor maior proximidade com os usuários região onde foi realizado esse estudo, buscado eliminar possíveis erros latentes em que pode ter um produto de determinado fabricante.

Quanto aos ensaios de resistência de aderência em laboratório, executado sobre os pisos de referência verifica-se que as cerâmicas assentadas sobre as cerâmicas não esmaltadas apresentam os maiores valores de resistência de aderência que aqueles que foram assentadas em nas placas cerâmicas esmaltadas. A cerâmicas não esmaltadas apresentam melhores resultados na resistência a tração por possuírem um maior número de póros que os esmaltados, que recebem uma camada de esmalte por cima da massa do esmalte para dar melhor acabamento as peças. Como vimos no Capítulo 2 à aderência do sistema de argamassa junto à peça de fixação se dá em sua maior parte por aderência por ancoragem mecânica, que acontece mediante a penetração da pasta de cimento nos poros e interstícios das placas.

Por fim, este trabalho apresenta também como contribuição ao meio técnico, mais especificamente a ABNT no que se refere às normas de argamassas colantes, limites de desempenho para as argamassas assentadas sobre revestimentos cerâmicos. Sendo os valores de resistência obtidos no programa experimental variou de acordo com a superfície em que se assenta o nova placa cerâmica e qualidade da argamassa, salienta-se a necessidade de atenção especial para esta condição, inclusive com limites mais conservadores, em relação às demais superfícies de assentamento para esse sistema.

As demais propriedades da argamassa que não foram abordadas nesse trabalho e que podem influenciar na resistência de aderência de revestimentos cerâmicos aplicados no assentamento de “ piso sobre piso ” são as seguintes:

- a) Composição química de cada argamassa industrializada (morfologia, granulometria, composições minerais, reagentes químicos, etc.);
- b) Tempo em aberto da argamassa;
- c) Tipo de cura realizado;
- d) Ensaio de resistência ao cisalhamento;
- e) Estado de conservação e idade do revestimento base;
- f) Comportamento do sistema “ piso sobre piso ” ao longo do tempo;
- g) Influência dos agentes externos com que no estado endurecido da argamassa colante é submetida e que agem sobre o sistema, sendo eles: a temperatura, umidade relativa e vento;

7. ANEXOS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 13816. **Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia.**

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 4. 1998.

ABNT NBR 13816. **Placas Cerâmicas Para Revestimentos - Terminologia.**

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 4. 1998.

ABNT NBR 13817. **Placas cerâmicas para revestimento – Classificação.**

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 4. 1997.

ABNT NBR 14081-4. **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 4.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 12. 2012. (978-85-07-03352-3).

ABNT NBR 14801 - PARTE 1. **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 1: Requisitos.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 9. 2012. (978-85-07-03355-4).

ABNT NBR 15463. **Placas cerâmicas para revestimento – Porcelanato.**

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 7. 2013.

ABNT NBR 15575-3. **Edificações habitacionais- Desempenho Parte 3:**

Requisitos para os sistemas de pisos. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 52. 2013. (978-85-07-04048-4).

ABNT NBR 7200. **Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 13. 1998.

ALVARENGA, R. D. C. S. S. A. et al. avaliação de Ensaios em Argamassas para uso em pisos e revestimentos - Análise comparativa entre as normas.

Construindo, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 16-26, Junho 2013. ISSN 2175-7143.

ANFACER. **Site da Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres**, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/site/?idConteudo=2462>>. Acesso em: 29 Novembro 2014.

BERTOLINE, L. **Materiais de Construção - Patologia, Reabilitação e Prevenção**. 1º. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. ISBN 978-85-7975-010-6.

BOTTURA, M. M. S. **Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachada**. 1ª. ed. São Paulo: PINI, 2010. ISBN 78-85-7266-225-3.

CARASEK, H. **Aderência de argamassas à base de cimento portland a substratos porosos: avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação**. Escola politécnica de São Paulo. SP. 1995.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Projetos de Racionalização das Estruturas de Concreto e revestimentos de argamassa Associação Brasileira de Cimento Portland. **Comunidade da Construção**, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <www.comunidadeconstrucao.com.br>. Acesso em: 27 Agosto 2014.

DA COSTA, M. D. R. D. M. M.; SILVA, I. J.; PEREIRA, E. Avaliação dos mecanismos de aderência entre argamassa colante e substrato não poroso. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, 23 Abril 2013. ISSN 1678-8621. Acesso em: 2014 Agosto 28.

EQUIPE DE OBRA. **Construção Passo-a-Passo**. 1ª. ed. São Paulo: PINI LTDA, v. I, 2009. 259 p. ISBN 978-85-7266-191-1.

FERREIRA, L. E. S.; DÓREA, S. C. L. Avaliação patológica da estrutura de concreto armado e dos componentes de uma edificação construída em 1914. **SCIENTIA PLENA**, 6, n. 12, 10 Dezembro 2010.

FIORITO, A. J. S. I. **Argamassas e Revestimentos - Estudos Procedimentos de Execução**. 2ª. ed. São Paulo: PINI LTDA, 2010. ISBN 978-85-7266-189-8.

GIL, A. C. **Como Elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002. ISBN 85-224-3169-8.

GRANATO, J. E. **Patologia das Construções**. Instituto de Educação Tecnológica De Luca Daher LTDA. São Paulo, p. 250. 2002. Apostila de Curso de Pós-Graduação Patologia nas Obras Civis.

INMETRO. Informação ao Consumidor. **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia**, 01 Novembro 1998. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/revestimentos.asp>>. Acesso em: 2014 Agosto 27.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. D. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2003. ISBN 85-224-3397-6.

OVERCOLL. Fortaleza Argamassas e Revestimentos. **Site da Usina Fortaleza**, 2014. Disponível em:
<http://www.usinafortaleza.com.br/produto/detalhes/3/argamassas_para_sobreposicao/overcoll>. Acesso em: 27 Agosto 2014.

PAMESA. Sobre a Empresa PAMESA do Brasil, 2010. Disponível em:
<http://www.pamesa.com.br/site/repository/pdf/pdf_1287080848.pdf>. Acesso em: Novembro 2014.

PEREIRA, E. **Estudo da influência das propriedades de argamassas colantes na resistência de aderência de revestimentos cerâmicos aplicados no assentamento de piso sobre piso**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2012.

PINI. **Construção Passo-a-Passo**. 1ª. ed. São Paulo: PINI, 2009. ISBN 978-85-7266-191-1.

RHOD, A. B. **Manifestações Patológicas em Revestimentos Cerâmicos: Análise de frequência de ocorrência em áreas internas de edifícios em uso em Porto Alegre nas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 71. 2011.

RIBEIRO, F. A.; BARROS, M. M. S. B. D. **Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachada**. 1. ed. São Paulo: PINI, v. 01, 2010. ISBN 978-85-7266-225-3.

SABBATINI, F. H.; FLAIN, E. P.; BARROS, M. M. S. B. D. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria**. Escola Politécnica da USP e ENCOL. São Paulo. 1990. Não Publicado.

SELMO, S. M. D. S.; NAKAMURA, E. **Propriedade e Especificações de Argamassas Industrializadas de Multiuso**. Escola Politec da USP. São Paulo, p. 27. 2002.

SINDUSCON-ES. **Site SINDUSCON-ES**, 01 Maio 2014. Disponível em:
<www.sinduscon-es.com.br/sinduscon/cgi-bin/reportagem.asp?id=1051>>. Acesso em: 27 Agosto 2014.

TCA. Handbook for ceramic tile installation, 2008. ISSN 978-0-9912999-5-9.

THULER, C. L.; FERREIRA, V. A. A. A evolução da resistência de aderência de algumas argamassas colantes nacionais. **I simpósio de tecnologia de argamassas**, Goiania, 1995.

TIMELLINI, G.; CARANI, G. Limpabilidade e Higiene das Superfícies de Pavimentos e Revestimentos Cerâmicos. **Cerâmica Industrial**, v. 2, n. 5/6, p. 16-28, 1997.

WEBER SAINT-GOBAIN. Argamassas para piso sobre piso quartzolit. **Site da Empresa Weber Saint-Gobain**, 2014. Disponível em:

<<http://www.weber.com.br/assentamento-e-rejuntamento-de-revestimentos/produtos/argamassas-para-piso-sobre-piso-quartzolit.html>>.

Acesso em: 27 Agosto 2014.