



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UNICEUB
FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS
APLICADAS – FATECS

HIGOR ALVES DE CARVALHO

**ANÁLISE DA ADERÊNCIA DE DIFERENTES ARGAMASSAS
COLANTES SOBRE A MEMBRANA DE POLIURÉIA**

Brasília
2017

HIGOR ALVES DE CARVALHO

**ANÁLISE DA ADERÊNCIA DE DIFERENTES ARGAMASSAS
COLANTES SOBRE A MEMBRANA DE POLIURÉIA**

Trabalho de conclusão Curso (TCC)
apresentado como um dos requisitos para
a conclusão do curso de Engenharia Civil
do UniCEUB – Centro Universitário de
Brasília

Orientadora: Eng^a Civil Irene de Azevedo
Lima Joffily, M.Sc.

Brasília
2017

HIGOR ALVES DE CARVALHO

**ANÁLISE DA ADERÊNCIA DE DIFERENTES ARGAMASSAS
COLANTES SOBRE A MEMBRANA DE POLIURÉIA**

Trabalho conclusão de Curso (TCC)
apresentado como um dos requisitos para
a conclusão do curso de Engenharia Civil
do UniCEUB – Centro Universitário de
Brasília

Orientadora: Eng^a Civil Irene de Azevedo
Lima Joffily, M.Sc.

Brasília, 10 de agosto de 2017.

Banca Examinadora

Eng^a.Civil: Irene de Azevedo Lima Joffily, M.Sc.
Orientadora

Eng. Civil: Flavio de Queiroz Costa, M. Sc.
Examinador Interno

Eng. Civil: Paulo Henrique C. de O. Vasconcelos, M.Sc.
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre em primeiro lugar, magnificamente o maior engenheiro de todos.

Aos professores e em especial a Irene Joffily, não só pela orientação e dedicação, mas por não desistir deste trabalho mesmo diante das inúmeras dificuldades.

Também devo meus sinceros agradecimentos a empresa CIAIMPER, que forneceu o produto e a aplicação da poliuréia.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação acadêmica e que ao longo dos anos contribuíram com conhecimento para esta pesquisa.

Aos colegas de turma, pelos bons e “sofridos” momentos compartilhados em sala de aula. Em especial Caio Diniz, pelo companheirismo.

A toda minha amada família, em especial meu pai, Filadelfo Pereira, pelo total incentivo e confiança.

A todos que de alguma forma contribuíram para esta pesquisa e para minha jornada rumo ao mercado de trabalho, muito obrigado!

RESUMO

O uso da poliuréia como sistema impermeabilizante é dificultado em locais em que se faz necessário o assentamento de piso cerâmico ou porcelanato devido à baixa aderência sobre a membrana de poliuréia. Levando isso em conta, acredita-se que o assentamento de revestimentos sobre a poliuréia poderia aumentar a aplicação e venda da poliuréia. Além disso, a poliuréia se mostrou uma solução plausível para resolução de alguns problemas como a impermeabilização de sacadas sem rebaixamento na laje. Por estes motivos, no presente trabalho analisou-se a aderência à tração de diversas marcas e tipos de argamassas colantes sobre a superfície da poliuréia com e sem aspersão de areia. Foram testadas as argamassas ACII, ACIII e piso sobre piso de diferentes fabricantes. Com a finalidade maior de saber quais argamassas, marca e superfícies de contato atingem a aderência à tração de 0,3 MPa imposto pela norma ABNT NBR 13753 (ABNT, 1996). Os resultados dos ensaios evidenciaram que a aspersão de areia sobre a poliuréia provou o aumento na aderência a tração, pois os resultados finais indicaram um crescimento de 22 a 53%. O melhor resultado foi obtido com a argamassa SG WB, que teve a média de 1,12 MPa e 1 MPa com e sem a aspersão de areia, respectivamente. Também foram apresentadas as comparações entre marcas de argamassas, onde os resultados se mostraram bastante equilibrados, nem uma marca foi totalmente superior à outra. Pois a argamassa colante da Votomassa se mostrou mais eficiente do que a da Weber no teste de aderência a tração da argamassa ACIII, porém, no teste ACII a marca se mostrou inferior com relação à outra no teste de aderência a tração.

Palavras-chave: Poliuréia, aderência, argamassa, impermeabilização.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	3
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	3
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.3 HIPÓTESE.....	4
1.4 JUSTIFICATIVA	4
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 IMPERMEABILIZAÇÃO	6
2.2 POLIURÉIA	7
2.3 REVESTIMENTO CERÂMICO	11
2.4 ARGAMASSA COLANTE	12
2.4.1 <i>Resistência de aderência</i>	15
3. METODOLOGIA DE TRABALHO	23
3.1 MATERIAIS	24
3.1.1 <i>Argamassas colantes</i>	24
3.1.2 <i>Porcelanato</i>	25
3.1.3 <i>Bloco de concreto</i>	25
3.1.4 <i>APLICAÇÃO DA POLIURÉIA</i>	25
3.1.5 <i>ASSENTAMENTO DO PORCELANATO</i>	27
3.2 <i>ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA A TRAÇÃO</i>	30
3.3 <i>CÁLCULO DOS RESULTADOS</i>	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 <i>POLIUREIA SEM ASPERSÃO DE AREIA</i>	35
4.2 <i>POLIUREIA COM ASPERSÃO DE AREIA</i>	37
4.3 <i>COMPARAÇÕES DE MARCAS DE ARGAMASSAS</i>	39
4.4 <i>COMPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE POLIURÉIA COM E SEM AREIA</i>	40
4.5 <i>TIPOS DE RUPTURA DO CORPO DE PROVA</i>	43
5. CONCLUSÃO	50
5.1 <i>Sugestões para trabalhos futuros</i>	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reação de formação da poliuréia.....	8
Figura 2 - Máquina aplicadora de poliuréia a quente.	9
Figura 3 - Pistola de aplicação.	9
Figura 4 – Mecanismo de adesão mecânica	16
Figura 5 - Influência dos parâmetros sobre a aderência.....	17
Figura 6- Tipos de ruptura do ensaio de aderência à tração.	22
Figura 7 - Aplicação da poliuréia sobre os blocos de concreto.	26
Figura 8 - Aplicação do primer sobre a poliuréia seca.	26
Figura 9 - Resultado final após aspersão do pó de brita	27
Figura 10 - Local da mistura da argamassa.....	28
Figura 11 - Assentamento da argamassa pelo profissional.	29
Figura 12 - Procedimento para o corte da cerâmica.....	29
Figura 13 - Tipo e marca da furadeira.....	30
Figura 14 - Adesivo plástico utilizado e aplicação sobre a placa metálica.....	31
Figura 15 - Aparelho utilizado para ensaio de aderência à tração.	31
Figura 16 - Tipos de rupturas possíveis no ensaio.	32
Figura 17 - Resultado das comparações de marca.	39
Figura 18 - Resultado das comparações das superfícies de contato	41
Figura 19 - Ruptura tipo A ou ruptura no bloco do concreto.	43
Figura 20 – Ruptura tipo D ou Interface argamassa/poliuréia.	44
Figura 21 - Ruptura tipo C ou ruptura argamassa.	44
Figura 22 - Ruptura tipo H ou ruptura por deslocamento.	45
Figura 23 - Resultado dos tipos de ruptura da argamassa colante PSP.....	46
Figura 24 - Resultado tipo de ruptura argamassas ACIII.....	46
Figura 25 - Resultado tipo de ruptura argamassas ACII	47
Figura 26 - Resultado Tipo de ruptura SP.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tipos e descrição da argamassa colante industrializada.....	13
Tabela 2: Requisitos mínimos para as argamassas colantes.....	14
Tabela 3: Realização do ensaio de resistência de aderência à tração.	21
Tabela 4: Marcas e nomenclatura das argamassas ensaiadas.....	24
Tabela 5: Tipos e preços de argamassas colantes utilizadas.....	24
Tabela 6: Nomenclaturas dos tipos de rupturas.....	32
Tabela 7: Tabela explicativa das variações de corpo-de-prova.....	33
Tabela 8: resultados dos ensaios da aderência a tração em MPa, sem aspessor de areia...	36
Tabela 9: Resultados dos ensaios de aderência à atração com aspensão de areia.	37
Tabela 10: Resultado da comparação entre as superfícies de contato.	42
Tabela 11: Nomenclaturas dos tipos de rupturas.....	43

LISTA DE ABREVIações

ABNT.....	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM.....	American Society for Testing and Materials
EUA.....	Estados Unidos da América
FISPQ.....	Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos
NBR.....	Norma Brasileira
VTM.....	Votomassa
WBR.....	Weber
SG.....	Super Graute

1. INTRODUÇÃO

A preocupação do homem em isolar a sua habitação e aprimorar seus hábitos construtivos é antiga, vem desde a época em que ele habitava as cavernas e percebeu que a umidade ascendente do solo penetrava às paredes e tornava a vida dentro delas insalubre.

Buscando resolver esses problemas antigos a engenharia civil passou a desenvolver produtos específicos com a finalidade de proteger a edificação contra as ações das águas provenientes da chuva, de banhos, lavagem, dentre outras origens, desta forma ajudando a proteger e isolar a edificação dos malefícios que a água pode trazer a ela.

A sua presença prejudica a durabilidade da edificação, uma vez que, ocasiona prejuízos à saúde e financeiros. Pois a água que infiltra nas superfícies e/ou nas estruturas prejudica o concreto, sua armadura e as alvenarias. O ambiente fica desconfortável e insalubre ao usuário devido à umidade, fungos e mofo, e ao mesmo tempo, diminuindo a vida útil da edificação.

Desta forma, a impermeabilização é uma das etapas mais importantes na construção, posto que concede conforto aos usuários finais da edificação, bem como uma proteção eficiente aos diversos elementos da obra sujeita a ação de intempéries.

Atualmente um dos materiais mais utilizado para execução de impermeabilização de lajes é a manta asfáltica. Dispomos no mercado de diversos tipos de manta variando sua composição, espessura e tipo de estruturante. Esta é uma maneira eficaz de proteger a construção e prolongar sua vida útil, evitando incômodos como infiltrações, as quais podem trazer problemas estruturais, além de ajudar a proliferação de bolores e mofos, muito associados a mal cheiro no interior dos ambientes e doenças respiratórias.

Entretanto, a manta asfáltica devido a sua grande espessura da proteção mecânica vem causando alguns empecilhos na construção civil. Um deles é a fuga de água de varandas para o interior da edificação, esse problema ocorre devido a grande espessura da manta asfáltica e a falta de rebaixamento da laje da varanda comparado ao nível da área interna.

Para a resolução desse problema o seguinte trabalho busca o emprego de um material que vem ganhando espaço a cada dia no mercado, este material é conhecido como poliuréia.

Esse material poliuréia foi desenvolvido na década de 1980, ingressou no mercado americano da construção civil entre o fim dos anos 90 e início dos anos 2000. Aplicada na forma de membrana moldada in loco, suas características físico-químicas e forma de aplicação permitem seu uso em uma extensa gama de aplicações. Dentre essas características, que variam em função de sua formulação, destaca-se para esse trabalho, a possibilidade de aplicação por spray em qualquer espessura e em apenas uma demão e assentamento direto do revestimento de piso, dispensando a camada de proteção mecânica. E devido a esta menor espessura necessária para acomodar a impermeabilização, por dispensar a proteção mecânica, a poliuréia pode ser uma solução plausível para impermeabilização de áreas descobertas sem rebaixos ou dispensa à utilização dos rebaixos.

Obedecendo aos métodos construtivos convencionais, logo depois da impermeabilização deve-se executar a camada de proteção mecânica. Com este trabalho, pretende-se verificar se é possível a aplicação do piso acabado diretamente sobre a membrana de poliuréia. A aderência entre o impermeabilizante e o revestimento é de fundamental importância para viabilidade dessa solução.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Diante do exposto, este trabalho visa responder o seguinte problema de pesquisa: é possível assentar revestimentos diretamente sobre a impermeabilização com poliuréia?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O trabalho tem como objetivo analisar a aderência de vários tipos de argamassa colante sobre a poliuréia com e sem aspersão de areia a fim de identificar qual combinação tem uma maior conformidade com a NBR 13753:1996.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Testar se é possível executar a aspersão de areia após a cura da poliuréia;
- Verificar qual o tipo de ruptura predominante de cada teste;
- Comparar as marcas de argamassa colante os resultados provenientes do teste de aderência das diferentes argamassas colantes;
- Apontar quais testes e materiais apresenta uma maior conformidade com a norma NBR 13753:1996.

1.3 HIPÓTESE

Acredita-se que a poliuréia pode ser solução de um problema encontrado em diversas lajes impermeabilizadas, problema encontrado devido à falta de rebaixamento em relação as áreas cobertas, ponto em que este trabalho visa verificar. Com a utilização da poliuréia com o acabamento assentado diretamente sobre a impermeabilização, eliminar-se-ia a camada de proteção mecânica. A aderência entre as argamassas colantes sobre a superfície da poliuréia é ponto crítico e pode ser verificado através do teste de aderência a tração. Alegando a necessidade de uma maior conformidade com a NBR 13753:1996.

1.4 JUSTIFICATIVA

O estudo busca verificar a aderência dos diferentes tipos e marcas de argamassa sobre a superfície da poliuréia com e sem aspersão de areia partindo do pressuposto de que a poliuréia é uma impermeabilizante que vem ganhando espaço na construção civil e há uma necessidade de saber seus benefícios e suas limitações.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho a seguir é estruturado em cinco capítulos.

O capítulo 1 visa introduzir informações preliminares para que o leitor tenha mais conhecimento sobre o assunto, no qual se encontram também o problema de pesquisa, objetivo e justificativas da pesquisa.

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica, tal capítulo expõem as referências de diversos autores encontrados em trabalhos, normas, livros e outros que relatam o assunto abordado.

O capítulo 3 abrange a metodologia, em que são descritas as características de como foi elaborado o estudo, em relação às argamassas utilizadas e os procedimentos dos ensaios.

O capítulo 4 traz à apresentação dos resultados e análise dos dados e ensaios de aderência à tração prevista no capítulo anterior.

E para fechar o presente trabalho o capítulo 5 explana a conclusão a partir das análises de resultados obtidos neste trabalho, no qual busca alcançar todos os objetivos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Todos os itens subsequentes apresentam a revisão bibliográfica sobre o tema, com fundamentos e elementos já conhecidos pelo mundo acadêmico para descrever o assunto abordado no trabalho. Como, a ideia de o que é uma superfície de contato, o conceito e tipos de impermeabilização.

2.1 IMPERMEABILIZAÇÃO

A água é um dos maiores originadores de patologias, de forma direta ou indireta, seja, no estado de gelo, líquido ou mesmo enquanto vapor de água. Pode ser vista como um agente de degradação ou meio para a instalação de outros agentes.

Sabe-se, inclusive, que locais de chuvas intensas aliada à umidade são mais prejudiciais à conservação das construções. Consequência à ação da água como elemento de deterioração do material empregado, ocasionando um intemperismo imprescindível tanto físico quanto químico. Devido a sua presença podendo ser em diferentes estados, suas ações e efeitos podem ocorrer de diversas maneiras numa mesma construção, influenciando nos métodos de proteção a estrutura que serão utilizados.

A norma NBR 9575 (ABNT, 2010), define impermeabilização como sendo o “conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade”.

Assim, a proteção da construção contra a água e outros fluidos, como agente de degradação se torna indispensável para sua durabilidade e manutenção de uso dentro do desempenho adequado para tal solicitação.

Desta maneira, é essencial e determinante o conhecimento das causas da umidade nas edificações para distinguir o projeto e tipo de sistema de impermeabilização a ser utilizado.

2.2 POLIURÉIA

A Polyurea development association (PDA. 2016) define a poliuréia como proveniente do produto resultante da reação química entre um componente poliisocianato e um composto de resinas terminadas em amina.

A Poliuréia híbrida resulta da reação química entre um componente isocianato e um composto de resinas terminadas em amina e matérias-primas com terminação de hidroxilas. O isocianato, que pode ser de natureza aromática ou alifático, é um componente composto de resinas, aditivos, extensores de cadeia. Pigmentos e catalisadores.

A primeira descrição referente à poliuréia se deu em 1948 quando pesquisadores estavam comparando propriedades térmicas entre poliésteres, polietilenos, poliuretanos, poliamidas e poliuréias e notaram uma estabilidade térmica a temperaturas mais elevadas na poliuréia (PRIMEAUX, 2006).

Por meados dos anos 80 um funcionário da “Texaco Chemical Company”, desenvolveu a poliuréia que conhecemos atualmente. (TRIPP et. al., 2002).

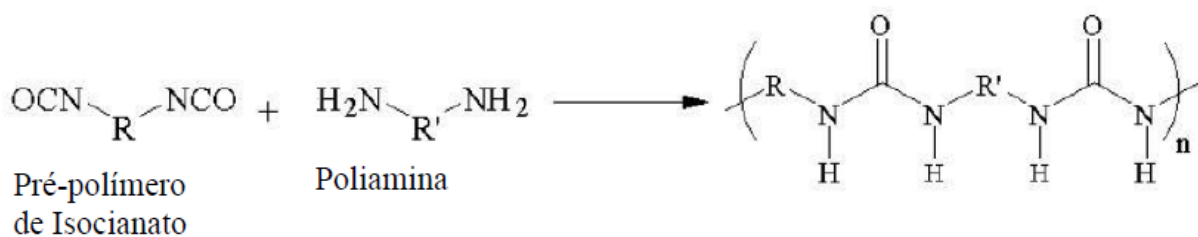
Segundo Primeaux et. al. (2006), a derivação do sistema de revestimento atual da poliuréia foi desenvolvido a partir de uma injeção de poliuréia em moldes de partes externas de veículos como, amortecedores, painéis traseiros, paralamas para caminhões, entre outras peças, no início dos anos 70, em consequência do baixo custo, aliada a sua baixa densidade e capacidade de aceitar um tipo de pintura por deposição eletrolítica.

No entanto, esse não foi o primeiro trabalho real com aplicação de poliuréia em alta pressão. Houve algumas tentativas em obras para abrigos temporários, coberturas e proteção contra explosões, com insucesso na década de 70. O primeiro uso do sistema de poliuréia aplicado como conhecemos atualmente, com equipamento de alta pressão foi num sistema de impermeabilização de telhados em 1989 nos Estados Unidos. (PRIMEAUX et. al., 2006).

Atualmente, no Brasil, o referido material é usado em revestimento de peças de desgaste em mineração, tubos de extração de petróleo, revestimentos automotivos, entre outros. Na construção civil, é aplicado em sistemas de impermeabilização. (VASCONCELOS et. al., 2012).

As características químicas da poliuréia são resinas terminadas em amina (-NH₂). As reações químicas das resinas terminadas em amina com o isocianato resultam na formação de uma ligação de ureia, como exibe a **Figura 1**.

Figura 1 - Reação de formação da poliuréia.



Fonte: Polyurea development association (PDA).

Segundo a PDA, a poliuréia passou a ser mais uma alternativa de impermeabilizante, como tantas outras existentes no mercado. Há vários fabricantes desenvolvendo este produto puro e híbrido, que atendem mercados específicos.

De acordo com a norma americana Society for Protective Coatngs 45 (SSPC 45, 2013), as poliuréias são divididas em função de seu tempo de reação e sua composição química.

Sua aplicação é feita por um sistema “hot spray” ou termoprojeção, a quente em torno de 70 °C, numa proporção de 1:1 entre os componentes isocianato e mistura de resina em altas pressões. O equipamento é ilustrado na **Figura 2** e **Figura 3**.

Figura 2 - Máquina aplicadora de poliuréia a quente.



Fonte: (<http://www.graco.com/br/pt.html>).

Figura 3 - Pistola de aplicação.



Fonte: Costa, Fernando (2014), adaptado.

A pistola de alta pressão projeta os componentes isocianato e amina separadamente até a câmara de mistura como ilustrado na **Figura 3**, a reação química é instantânea.

O sistema de ar comprimido e temperatura deverão atender as especificações de pressão, vazão e temperatura do fabricante do equipamento de aplicação, em conjunto com o fornecedor da poliuréia para atingir as especificações do projeto.

Deve ser usado Equipamento de Proteção Individual (EPI) adequado durante a manipulação dos componentes e aplicação, uma vez que as substâncias são nocivas, irritantes e sensibilizadoras da pele e vias respiratórias. Do mesmo modo, deve ser consultada a ABNT NBR 14725-4 e a Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) do fabricante do material para obter informações sobre quais os EPI e informações adicionais sobre segurança.

O preparo da superfície deve ser tal que não haja quaisquer resquícios de material desagregado; se houver defeitos do substrato, tais como buracos, vazios e rachaduras devem ser reparados; após os reparos devem estar sólidos e curados suficiente para a membrana de poliuréia ou primer; é preciso lixar e jatear a superfície a fim de expor maior rugosidade e ficar livre de poeira, sujeira, graxas, óleos e outros contaminantes. É recomendada a aplicação de primer a base de resina epóxi resistente a umidade respeitando o consumo de $0,3\text{kg/m}^2$, em única camada ou múltiplas camadas, para melhor aderência do revestimento.

O revestimento não deve ser aplicado em superfícies molhadas ou úmidas, a menos que o fabricante do sistema forneça a documentação escrita que permite a aplicação nessas condições. O revestimento também não deve ser aplicado em superfícies com geada ou sobre gelo. A temperatura do substrato tem que ser superior a 3°C da temperatura do ponto de orvalho. A umidade superficial não deverá ser superior a 4% e deverá ser devidamente medida.

Segundo Vasconcelos et. Al (2012):

O controle de espessura durante a aplicação é feito por método aproximado, através do controle de consumo de material por área aplicada, ou, em poliuréia de secagem mais lenta, com o uso das cartelas de medição de espessura de filme. Após a aplicação, pode-se medir a espessura extraindo-se corpos de prova, que são também utilizados para avaliar a resistência de aderência, bem como através de técnica não destrutiva, com o uso de aparelho específico para tal finalidade. (2012, p. 49)

A espessura do produto pode ser medida de acordo com as normas American Society for Testing and Materials ASTM D6132 (não destrutiva), ASTM D4138 (destrutivo) ou outras normas equivalentes.

As empresas executoras dos serviços devem se atentar, quanto a monitoração da temperatura ambiente e do substrato, tempo de cura dos reparos, detalhes construtivos como junta de dilatação entre outros, espessura da membrana de poliuréia, equipamento e armazenamento dos materiais conforme o fabricante.

Nem todas as fórmulas químicas da poliuréia são iguais, como já afirmados. Uma triagem da fórmula adequada para o tipo específico do uso do produto a ser aplicado. O fornecedor do sistema da poliuréia deve ser capaz de guiá-lo para o sistema desejado, bem como para os parâmetros de armazenamento dos componentes químicos e execução do produto.

2.3 REVESTIMENTO CERÂMICO

O revestimento cerâmico é utilizado para revestir paredes e pisos das edificações, tendo como finalidade proteger a base, independente de qual for, estrutura ou alvenaria, de agentes agressivos e contribuir na estanqueidade, isolamento térmico e acústico das construções.

Este subitem é dedicado a apresentar os aspectos técnicos fundamentais para melhor entendimento do revestimento cerâmico. Inicialmente são exibidas as características da placa cerâmica. Na sequência, exposto as particularidades e tipos de argamassa colante e de rejuntamento, e por fim, disposições construtivas de assentamento, juntamente, com a especificação do substrato e suas camadas para piso e parede.

- **Porcelanato**

Segundo o departamento de engenharia de lavras – MG, O porcelanato é feito de uma mistura de matérias-primas minerais de alta qualidade, que atomizadas com os pigmentos formam a massa cerâmica na cor. Contém características que apresentam melhor desempenho como alta durabilidade, impermeabilidade, resistência à abrasão e alto tráfego, cores uniformes, menor peso e menor espessura, versatilidade, etc. Suas características permitem a sua utilização em ambientes externos e internos garantindo uma alta confiabilidade.

Compõem um sistema triaxial (argila-fundente-sílica). É fundamental manter a homogeneidade do lote e atender às especificações, a fim de evitar variações na fundência da composição. Para produzi-lo de maneira eficiente deve seguir os seguintes passos: Secagem dos materiais, prensagem Uniaxial, segunda fase de secagem, que tem por finalidade deixar um índice mínimo de umidade na mesma e sinterização, assim, ficando em boas condições para a sinterização, que é aplicação de calor. De acordo com departamento de engenharia lavras – MG

2.4 ARGAMASSA COLANTE

Segundo definição da NBR 14.081 (ABNT, 2012):

Produto industrial, no estado seco, composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, que, quando misturado com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento.

Junginger (2007), baseado na NBR 14.081 (ABNT, 2012), apresenta os tipos seguidos das suas definições e seu uso conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Tipos e descrição da argamassa colante industrializada

TIPO	DESCRIÇÃO
AC I	Características de resistência para atender às solicitações mecânicas e termo-higrométricas típicas de revestimentos internos, exceto saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais.
AC II	Características de resistência que permitem absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos e paredes externas decorrentes de ciclos de flutuação térmica e higrométrica, da ação de chuva e/ou vento, da ação de cargas como as decorrentes do movimento de pedestres em áreas públicas e de máquinas e equipamentos leves sobre rodízios não metálicos.
AC III	Resiste a altas tensões de cisalhamento nas interfaces substrato/adesivo e placa/adesivo, juntamente com uma aderência superior entre as interfaces quando comparada com AC I e AC II; especialmente indicada para uso em saunas, piscinas, estufas e ambientes similares.
TIPO E	Similar às anteriores, mas com tempo em aberto estendido em 10 minutos.

Fonte: Junginger, (2007).

Existem diferentes tipos de argamassas industrializadas, indicadas para as mais diversas aplicações, tais como contra pisos, revestimentos internos e externos, assentamento de cerâmicas e alvenaria, decoração e texturas, entre outros. De um modo geral, as argamassas são classificadas em apenas três grupos: argamassas básicas que são utilizadas para assentamento de blocos, revestimento de paredes e contrapiso; argamassas colantes, que são utilizadas para assentamento de revestimentos cerâmicos em pisos ou paredes, e; argamassas de rejuntamento.

A NBR 14081 (ANBT, 2004) classifica as argamassas colantes em três grupos: argamassas colantes industrializadas do tipo I (AC I), indicada para revestimentos internos, que possui menor teor de aditivos químicos; argamassa colante industrializada do tipo II (AC II), que possui características que permite absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos e paredes internos e externos sujeitos a ciclos de variação termo higrométricos e a ação do vento, e; argamassa colante industrializada do tipo III (AC III), que apresenta resistência de aderência superior às anteriores.

Existe ainda uma subcategoria que pode ser adicionada para as argamassas colantes já citadas: argamassa colante industrializada do tipo E, em função da obtenção do tempo em aberto estendido. A Tabela 2, extraída da NBR 14081 (ANBT, 2004) apresenta os requisitos mínimos de desempenho para estas argamassas.

Tabela 2: Requisitos mínimos para as argamassas colantes.

Propriedade	Método de ensaio	Argamassas colantes industrializadas			
		Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo E
Tempo em aberto, em minutos	NBR 14083	≥ 15	≥ 20	≥ 20	Argamassa tipo I, II e III com tempo em aberto estendido em no mínimo 10 min. do especificado nesta tabela
Resistência de aderência à tração aos 28 dias (MPa)					
Sob cura normal	NBR 14084	$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	
Sob cura submersa		$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	
Sob cura em estufa		$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	

Fonte: NBR 14081 (2004).

As normas técnicas disponíveis no Brasil não tratam especificamente a aplicação de piso sobre piso. Devido a uma necessidade de classificação das argamassas por parte dos fabricantes, as argamassas colantes do tipo piso sobre piso disponíveis no mercado encontram-se, dependendo do fabricante, com o desempenho compreendido entre as ACII e ACIII, conforme constatado em visitas ao comércio local de materiais de construção.

A seguir serão discutidas as principais propriedades referentes às argamassas colantes e que exercem influência na resistência de aderência dos revestimentos cerâmicos. Estas informações servirão de base para as análises dos resultados.

2.4.1 Resistência de aderência

A NBR 13.528 (ABNT, 2010) define a resistência de aderência como:

Propriedade do revestimento de resistir às tensões atuantes na interface com o substrato. A aderência não é uma propriedade da argamassa, sendo a interação entre as camadas constituintes do sistema de revestimento que se pretende avaliar.

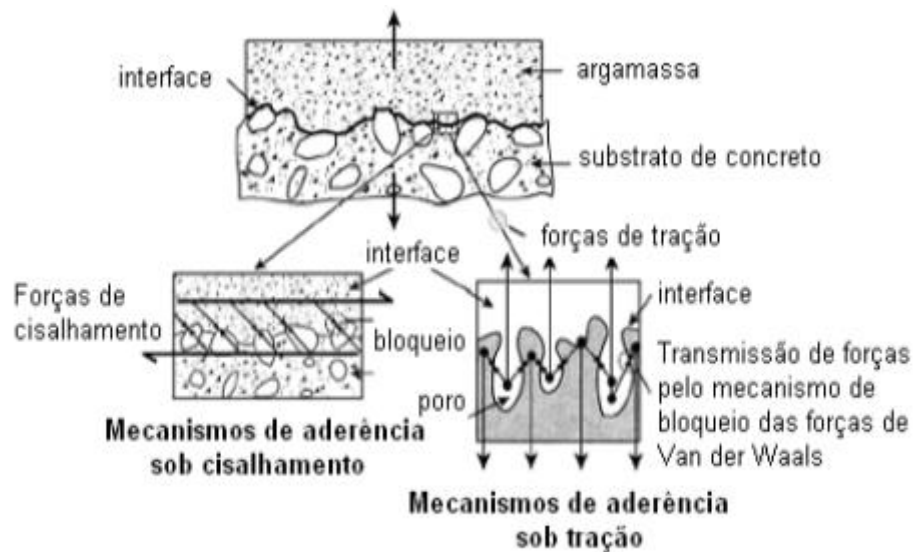
Paes e Gonçalves (2005) dividem o processo de aderência em três etapas:

- 1) **Adesão Inicial:** Durante esse processo a argamassa permanece aderida ao substrato, simultaneamente, após sua aplicação, todavia, não significa que ocorreu a completa adesão do sistema a longo prazo. Os mecanismos dominantes nesse caso serão a difusão e a adsorção de moléculas da argamassa impregnadas nos poros do substrato;
- 2) **Adesão:** Neste processo há ocorrência do enrijecimento da argamassa o que caracteriza a propriedade, conseqüentemente, acontece a diminuição da plasticidade e o aumento da consistência da mesma;
- 3) **Aderência:** A argamassa dar início a perda de água por evaporação para o ambiente e, ao mesmo tempo, por sucção para o substrato. Nesse momento, o mecanismo de intertravamento mecânico passa a ser determinante da propriedade.

- **Mecanismos e Fatores que Influenciam na Aderência**

Bélair (2005 apud PRETTO, 2007) afirma que a adesão mecânica está fundamentada na penetração do material, na fase líquida, nos poros do substrato agindo como adesivo pela formação de ancoragem mecânica após a cura. Desta maneira as irregularidades do substrato melhoram a relação para resistir os esforços de tração e cisalhamento, conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Mecanismo de adesão mecânica



FONTE: Pretto (2007).

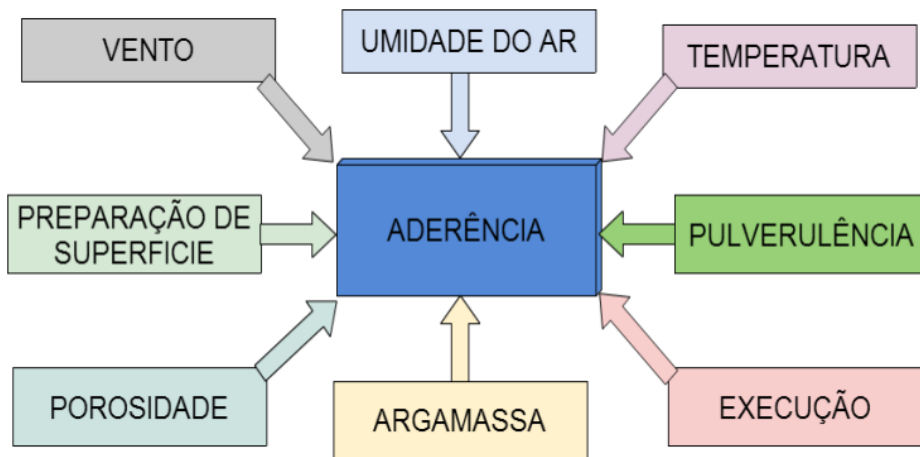
Fonte: NBR 15575-3 (ABNT, 2013).

O conhecimento prévio do substrato que receberá o sistema de revestimento argamassado é necessário devido sua influência sobre a aderência. Nascimento (2005, apud RUDUIT, 2009) em função das características dos concretos de alta resistência produzidos atualmente observam-se inúmeros problemas de aderência. Desta forma, é imprescindível que sejam conhecidos os mecanismos de aderência entre o revestimento e substrato e, também, a influência deste substrato nestes mecanismos.

Carasek (1996) explica que a aderência é resultante da ancoragem mecânica da argamassa nas reentrâncias e saliências macroscópicas do substrato e pela penetração do aglomerante nos poros da base, sendo influenciada pelas características da argamassa, da base e pela forma de aplicação. Ou seja, a aderência não é uma propriedade exclusivamente da argamassa, uma vez que, depende das características do substrato e acontece essencialmente por fenômenos mecânicos.

Carasek (2007) comenta que quanto melhor for o contato entre a argamassa e o substrato maior será a aderência obtida. Dessa forma, afirmam que a aderência está diretamente ligada com a trabalhabilidade da argamassa, com a energia de impacto proporcionada no processo de execução, somando com as características e propriedades dos substratos e de alguns fatores externos, ambos relacionado na **Figura 5** que reúne os principais fatores que exercem influencia na aderência.

Figura 5 - Influência dos parâmetros sobre a aderência



Fonte : MAROSSO, 2004

Paes e Gonçalves (2005) comentam que os aditivos adesivos podem ser compostos à base de resinas, PVA e polímeros, e que a sua introdução nos produtos é apresentado como uma opção para revestimento em bases, em geral, com condições de rugosidade, porosidade e absorção de água incompatível com o desenvolvimento do sistema de aderência mecânico. Ainda segundo os autores a adesão inicial acontece nos primeiros instantes pós-aplicação, sendo a propriedade que permite que a argamassa, ao ser lançada, permaneça momentaneamente aderida ao substrato, o que não garante a sua adesão em longo prazo. Nessa etapa, o mecanismo que predomina é a adsorção e a difusão de moléculas da argamassa nas paredes dos poros do substrato.

Segundo Rudit (2009) a aderência pode ser prejudicada dependendo da porosidade do substrato, pois sua absorção sendo reduzida ou excessiva irá prejudicar a resistência de aderência dos sistemas de revestimentos que prejudicará a microancoragem que é proporcionada pela absorção da pasta de cimento da argamassa por parte do substrato.

Silva (2004, apud RUDUIT,2009) relata que:

Em substratos de alta absorção poderá haver insuficiência de água no processo de hidratação do cimento mais próximo à interface, o que o torna uma zona frágil do sistema. De forma contrária, um substrato com baixa absorção, promove um acúmulo de água na interface, que se torna uma zona de maior porosidade e por isto mais frágil.

Rudit (2009) ainda salienta a ação física de um material contaminante, sendo ele tanto sujeiras depositadas nas superfícies como também produtos utilizados em alguma outra etapa do processo de construção da edificação, por exemplo, os desmoldantes usados na execução de elementos estruturais de concreto.

Portanto, a limpeza adequada do substrato é de extrema importância para a perfeita aderência dos revestimentos, uma vez que, os descolamentos estão associados a materiais contaminantes presente na superfície. A baixa porosidade e a rugosidade do substrato são outros fatores que influenciam diretamente na aderência.

Erros durante o processo executivo influenciam na aderência, por exemplo, o operário não exerce pressão suficiente ao lançar a argamassa ao substrato, ocorrendo desta maneira falha de contato na interface e até mesmo presença de vazios, que, conseqüentemente, reduzem a aderência (RUDUIT, 2009).

- **Determinação da Resistência de Aderência à Tração**

A avaliação da aderência dos revestimentos é feita através de ensaios destrutivos de resistência de aderência, por tração ou por cisalhamento, de corpos de prova cortados transversalmente nos revestimentos obtendo-se valores de resistência à tração ou ao cisalhamento, dependendo da direção de solicitação (PAES; GONÇALVES, 2005).

A determinação da resistência de aderência de revestimentos cerâmicos assentados com argamassa colante é discriminado de acordo com a NBR 13.754 (ABNT, 1996) que estabelece o método de ensaio para determinar a resistência de aderência, in loco. O princípio é de determinar a tensão de aderência de um revestimento cerâmico pela aplicação de uma força de tração simples normal, aplicada em uma pastilha metálica colada com cola epóxi no corpo-de-prova. A validação do ensaio consiste se das seis determinações da resistência de aderência, após a cura de 28 dias da argamassa colante utilizada no assentamento, quatro valores apresentarem valores iguais ou maiores que 0,3 MPa.

A norma define o corpo-de-prova e o substrato e a aparelhagem necessária para execução do ensaio:

- **Corpo-de-prova:** Parte de um revestimento cerâmico constituído de uma placa cerâmica ou parte dela, tendo dimensão quadrada com 100 mm de lado;
- **Substrato:** Camada sobre a qual estão aplicadas a argamassa colante e a placa cerâmica. O substrato é construído por uma argamassa aplicada sobre uma base;
- **Equipamento de tração:** Equipamento mecânico ou hidráulico que permite a aplicação lenta e progressiva da carga, detendo articulação que assegure a aplicação do esforço de tração simples e tendo dispositivo para leitura da carga;

- Pastilha metálica: Placa não deformável com seção quadrada de 100 mm de lado e espessura de, no mínimo, da mesma seção da placa cerâmica a ser ensaiada. Possui dispositivo em seu centro para acoplamento do equipamento de tração;
- Dispositivo de corte: Equipamento elétrico dotado de disco de corte.

A NBR 13.528 (ABNT, 2010) recomenda que o corte deva ser feito até alcançar a superfície do substrato, estendendo, aproximadamente, a 5 mm no interior da base. A Tabela 3 apresenta o passo a passo para realização do ensaio conforme especificado pela NBR 13.754 (ABNT, 1996) e a Figura 9 ilustra as etapas, exceto o corte do revestimento, pois a colagem da pastilha foi no corpo-de-prova com as mesmas dimensões da mesma.

Tabela 3: Realização do ensaio de resistência de aderência à tração.

Instituto Brasileiro do Concreto

Etapas da realização do ensaio de determinação da resistência de aderência à tração de revestimentos de argamassa, segundo a NBR 13528 (ABNT, 1995).

<p>1) Corte do revestimento perpendicularmente ao seu plano – delimitação do corpo-de-prova (CP). A norma atual permite o emprego de CPs circulares (de 5 cm de diâmetro) e quadrados (de 10 cm de lado).</p> <p><i>Importante: garantir o corte de toda a camada de revestimento, atingindo o substrato.</i></p>	
<p>2) Colagem de um dispositivo para acoplar o equipamento de tração (pastilha).</p> <p><i>Importante: colar a pastilha no centro do CP delimitado pelo corte para evitar a aplicação do esforço de tração excêntrico.</i></p>	
<p>3) Acoplamento do equipamento de tração e execução de esforço de tração até a ruptura. Obs.: existem vários equipamentos para essa finalidade.</p> <p><i>Importante: verificar a calibração do equipamento; garantir a correta velocidade de carregamento e garantir a perfeita perpendicularidade entre o esforço exercido pelo equipamento e o revestimento.</i></p>	
<p>4) Cálculo da resistência de aderência.</p> <p><i>Obs. a NBR 13749 estabelece parâmetros para a avaliação desta propriedade (ver Quadro 3).</i></p>	$R_a = \frac{F}{A}, \text{ em MPa}$ <p>F = carga de ruptura; A = área do CP</p>
<p>5) Análise da superfície de ruptura após o arrancamento (Figura 16), anotando o percentual de cada tipo de ruptura.</p>	

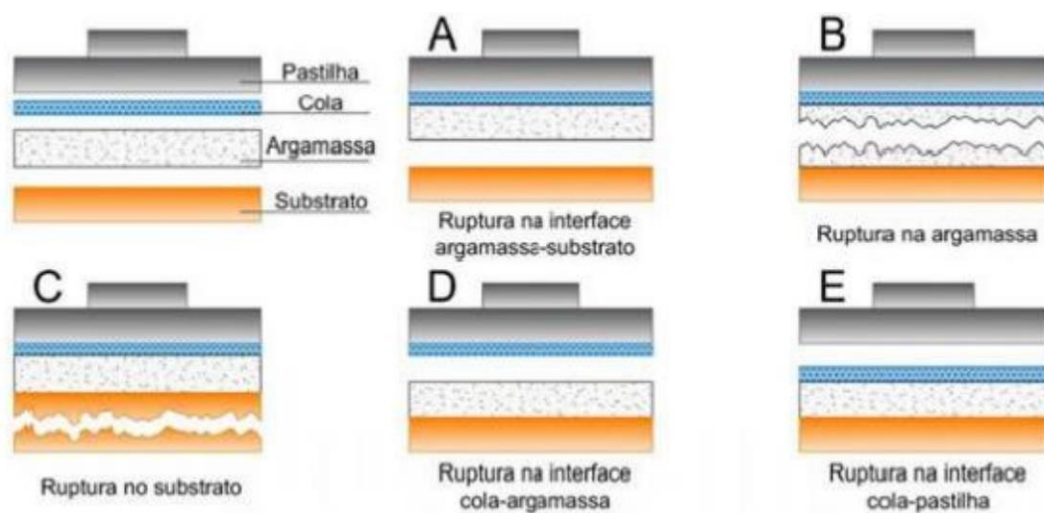
Fonte – CARASEK, 2011

Um aspecto que deve ser observado quando da realização do teste de arrancamento, e que é tão importante quanto os valores de resistência de aderência obtidos e a análise do tipo de ruptura (CARASEK, 2007). De acordo com os tipos de ruptura apresentados na **Figura 6** pode-se ressaltar que quando a ruptura ocorrendo no interior da argamassa ou da base é do tipo coesivo, onde os valores são menos preocupantes, ao menos que sejam muito baixos.

Por outro lado, quando a ruptura ocorre na interface argamassa/substrato é do tipo adesiva, ou seja, os valores devem aparecer mais elevados, devido existência de um maior potencial para a patologia.

Quando a ruptura ocasionada na interface cola/argamassa significa que a porção mais fraca é a camada superficial do revestimento de argamassa e quando os valores obtidos são baixos indica resistência superficial inadequada (pulverulência). E quando ocorre a ruptura na interface cola/pastilha, este ponto deverá ser desprezado, pois se trata de falha de colagem.

Figura 6- Tipos de ruptura do ensaio de aderência à tração.



Fonte: Carasek (2010)

3. METODOLOGIA DE TRABALHO

O presente trabalho avaliará o desempenho quanto à aderência a tração de diversos tipos de argamassas e tipos de fabricante recomendando para o assentamento de pisos, visto que, haverá dois tipos de substratos.

Será realizado o ensaio de resistência de aderência à tração de sete tipos de argamassas colantes disponíveis no mercado de Brasília, sendo duas tipos de substratos, um com aspensão de areia e o outro não sobre a membrana da poliuréia.

A partir da pesquisa, poderá ser avaliado qual argamassa colante e substrato correspondem melhor a NBR 13753/1996.

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em livros, artigos técnicos, monografias, normas da ABNT e sites da internet. Foi realizado um levantamento dos dados e temas mais importantes para o entendimento do assunto.

A parte experimental deste trabalho foi realizada no Laboratório de Solos e Materiais do UniCEUB Centro Universitário de Brasília e tratará da execução de Ensaio de Aderência a Tração de Argamassas Colantes, normalizados pela ABNT 14081: 2012.

As argamassas AC II, AC III, “Piso sobre piso” e “super graute” foram submetidas ao ensaio de determinação de aderência à tração. As argamassas foram preparadas de acordo com a determinação da norma e aplicadas sobre a membrana de poliuréia, com e sem aspensão de areia. O porcelanato foi colocado após a aplicação das argamassas e submetido ao peso padrão durante o tempo determinado pela norma. No dia anterior ao arrancamento por tração manual, foram aderidas as pastilhas cerâmicas com adesivo epoxídico as chapas metálicas para a realização do ensaio.

Os conjuntos foram submetidos à cura normal, durante 28 dias nas condições ambientais de laboratório. Na tabela 4 seguem as argamassas utilizadas e as nomenclaturas atribuídas a elas.

Tabela 4: Marcas e nomenclatura das argamassas ensaiadas

Tipo	Marca	Nome comercial	Ensaio aderência sem areia	Ensaio aderência com areia
A	Votomassa	Argamassa colante ACIII	ACIII VTM S/A	ACIII VTM C/A
B	Votomassa	Argamassa colante ACII	ACII VTM S/A	ACII VTM C/A
C	Votomassa	Argamassa piso sobre piso	PSP VTM S/A	PSP VTM C/A
D	Weber	Argamassa colante ACIII	ACIII WB S/A	ACIII WB C/A
E	Weber	Argamassa colante ACII	ACII WB S/A	ACII WB C/A
F	Weber	Argamassa piso sobre piso	PSP WB S/A	PSP WB C/A
G	Weber	Supergraute quartzito	SG WB S/A	SG WB C/A

Fonte: autor

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Argamassas colantes

Realizou-se uma pesquisa de mercado para escolha das argamassas colantes e marcas mais populares no mercado de Brasília, assim, foram determinadas o uso da ACII, ACIII e piso sobre piso da Votomassa e Weber, para que posteriormente seus custos-benefícios sejam comparados.

A tabela 5 apresenta dados referentes às sete argamassas testadas neste trabalho e o valor de mercado obtido em maio de 2017 para sacos de 20 kg em uma loja de varejo em Brasília.

Tabela 5: Tipos e preços de argamassas colantes utilizadas.

Tipos de argamassa colante	Preço
AC III externo VOTOMASSA - 20 kg	R\$ 20,59
AC III externo WEBER - 20 kg	R\$ 29,90
AC II VOTOMASSA externo - 20 kg	R\$ 13,07
AC II WEBER externo - 20 kg	R\$ 19,90
PISO SOBRE PISO VOTOMASSA - 20 kg	R\$ 27,70
PISO SOBRE PISO WEBER - 20 kg	R\$ 29,90
SUPER GRAUTE WEBER - 20 kg	R\$ 29,90

Fonte: autor

3.1.2 Porcelanato

O porcelanato que foi assentado sobre a poliuréia é da marca Inout porcelanatos, do grupo Fragnani Incefra, de qualidade C e referência HD48092R 48cmx48cm, uma porcelanato popular, com custo de R\$ 34,00 o metro quadrado.

3.1.3 Bloco de concreto

Foi utilizado o bloco de concreto convencional que atendendo às exigências da NBR 15.575, tal bloco possui dimensões de 9cmx19cmx39cm dando assim espaço para execução de 3 copos de prova por lado de bloco de concreto.

Os blocos foram submetidos à aplicação da poliuréia em todas as faces, para depois receber o assentamento do porcelanato e execução do ensaio de arrancamento.

3.1.4 APLICAÇÃO DA POLIURÉIA

A poliuréia foi aplicada sobre os blocos em um canteiro de obra situado em Brasília. A poliuréia utilizada foi da marca Prefer, como nome comercial de PUR Pol 7026 + ISSO 5050. Tal poliuréia foi aplicada sobre o bloco de concreto por profissionais capacitados usando a pistola de *spray*, como mostrado na figura 7.

Figura 7 - Aplicação da poliuréia sobre os blocos de concreto.



Fonte: autor.

Todos os insumos foram fornecidos pela mesma empresa aplicadora do sistema de poliuréia. Foi utilizado também o primer epóxi da Ciplak para a aspersão, por polvilhamento manual, do pó de brita artificial sobre a poliuréia após a secagem. A aplicação e o resultado final da aspersão do pó de brita podem ser identificados nas figuras 8 e 9 a seguir.

Figura 8 - Aplicação do primer sobre a poliuréia seca.



Fonte: autor

Figura 9 - Resultado final após aspersão do pó de brita



Fonte: autor

3.1.5 ASSENTAMENTO DO PORCELANATO

O preparo da argamassa colante seguiu as recomendações apresentadas na ABNT NBR 14081-2.

- 1) O conteúdo do pacote foi colocado em um saco plástico reforçado e agitado por 3 minutos, para que os aglomerados fossem dispersos;
- 2) Retirou-se o material. A água foi medida de acordo com a recomendação da embalagem;
- 3) A água pesada foi vertida no recipiente e misturada manualmente por um profissional da área como mostra na figura 10.

Figura 10 - Local da mistura da argamassa.



Fonte: autor

Para cada tipo de argamassa foram usados dois tipos de substratos, sendo um com aspersão de areia sobre a poliuréia e outro sem, levando em conta que em cada bloco de concreto só caberia 3 pastilhas por lado para o ensaio de aderência.

- Preparo do substrato:

Foi feita a limpeza e a remoção de quaisquer resíduo que prejudicasse a aderência da argamassa na poliuréia.

- Aplicação:

- 1) Foram colocadas pequenas porções de argamassa sobre os substratos com movimentos firmes com o lado liso da desempenadeira, foram feitos movimentos de vai-e-vem para garantir a imprimação do substrato, feita pelo profissional da área;
- 2) Outras porções de argamassa foram colocadas e estendidas de um lado para o outro, ainda com a colher de pedreiro, de modo a formar uma camada lisa e uniforme. Posteriormente, com o lado denteado da desempenadeira, apoiada de forma firme sobre o substrato, num único movimento, formou-se os cordões de argamassa com altura de mais ou menos 5 mm no sentido longitudinal do bloco de concreto;

Figura 11 - Assentamento da argamassa pelo profissional.



Fonte: autor

- 3) O porcelanato foi cortado em pedaços de 20x40 cm para que pudesse ser assentado em cima do bloco de concreto de forma a não sobrar arestas ou rebarbas.

Figura 12 - Procedimento para o corte da cerâmica



Fonte: autor

3.2 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA A TRAÇÃO

O ensaio seguiu tanto a ABNT NBR 14081-4: 2012 como a NBR 13753: 1996, que estabelecem um método simples para a determinação de resistência de aderência, que é medido por meio do arrancamento por tração simples para argamassa colante industrializada destinada ao assentamento de placas cerâmicas em pisos pelo método da camada fina.

Porém, foi utilizado um corpo-de-prova equivalente, tal corpo-de-prova possui o formato circular, pois assim evita as tensões residuais que se formam nas extremidades das arestas, segundo Carasek (2017). Além disso, optou-se por esse formato, pois o laboratório do Centro universitário de Brasília possuía mais placas metálicas com formato circular.

Os furos no porcelanato foram feitos com uma furadeira da Bosch GSB 16 RE profissional, com uma broca diamantada de 50 mm.

Figura 13 - Tipo e marca da furadeira



Fonte: autor

Os blocos foram colocados enfileirados, utilizando o adesivo epóxi foram coladas as pastilhas metálicas ao porcelanato, respeitando o espaçamento da norma de 5 cm, as extremidades foram limpas para que a cola não interferisse no resultado final, a figura 14 mostra o adesivo plástico Iberê utilizado e a colocação da mesma nas placas metálicas.

Figura 14 - Adesivo plástico utilizado e aplicação sobre a placa metálica



Fonte: autor

As pastilhas foram arrancadas por tração em uma velocidade aproximada (250-+50) N/s. Foram anotados os valores da carga de ruptura obtidos e tipo de ruptura. A figura 15 apresenta o equipamento utilizado par execução do ensaio.

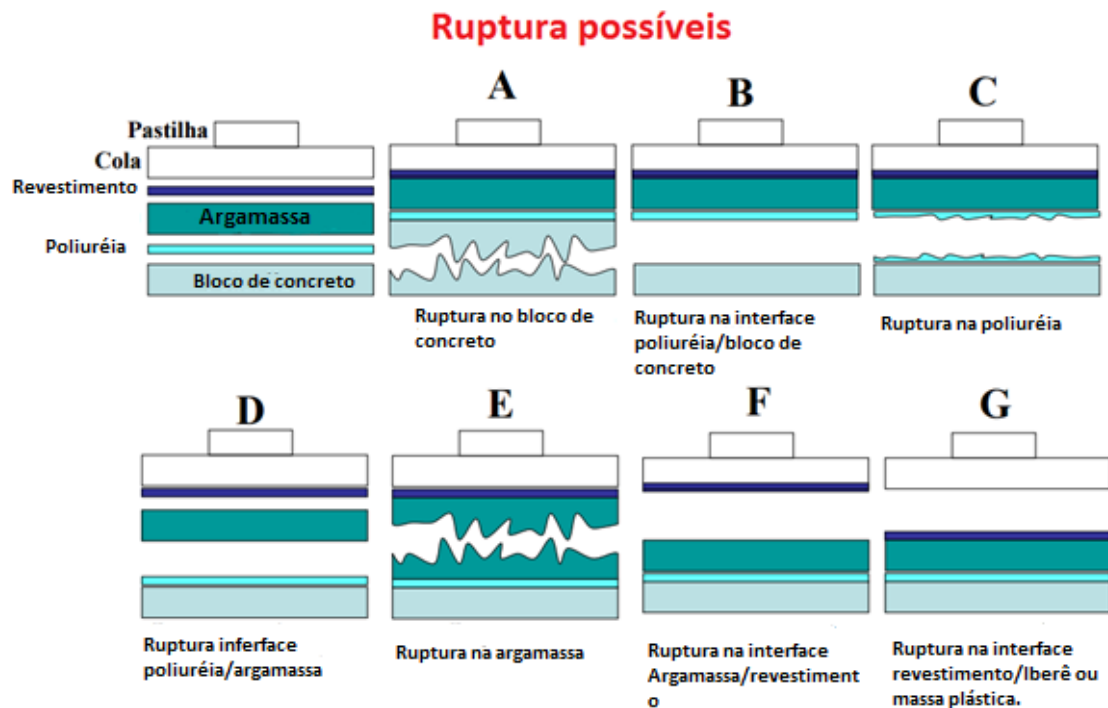
Figura 15 - Aparelho utilizado para ensaio de aderência à tração.



Fonte: autor

O ensaio poderia resultar em seis tipos de ruptura, as quais seguem na figura 16 e identificadas na Tabela 6.

Figura 16 - Tipos de rupturas possíveis no ensaio.



Fonte: do autor

Tabela 6: Nomenclaturas dos tipos de rupturas

TIPOS DE RUPTURA	
A	RUPTURA NO BLOCO DE CONCRETO (BC)
B	RUPTURA INTERFACE BLOCO DE CONCRETO/POLIURÉIA (BP)
C	RUPTURA NA POLIURÉIA (P)
D	RUPTURA INTERFACE POLIURÉIA/ARGAMASSA COLANTE (PA)
E	RUPTURA ARGAMASSA COLANTE (A)
F	RUPTURA INTERFACE ARGAMASSA REVESTIMENTO (AR)
G	RUPTURA INTERFACE REVESTIMENTO/MASSA PLÁSTICA (RA)
H	RUPTURA INTERFACE POLIURÉIA/ARGAMASSA NO CORTE (PAC)

Fonte: do autor.

Para analisar o resultado das rupturas temos que entender que foram feitos 6 corpos de prova para cada modalidade, ou seja, 6 corpos de prova para cada combinação de variável. As variáveis são:

- Tipos da superfície de contato da poliuréia: com aspersão de areia e sem aspersão de areia.
- Tipos de argamassas: ACII, ACIII, Piso sobre piso e super graute
- Marcas das argamassas: Weber e Votomassa.

A tabela 7 apresenta as combinações das argamassas e superfícies da poliuréia que foram testadas neste trabalho.

Tabela 7: Tabela explicativa das variações de corpo-de-prova.

Ensaíos sem aspersão de areia							
	VTM			WB			
CP	ACII	ACIII	PSP	ACII	ACIII	PSP	SG
Ensaíos com aspersão de areia							
	VTM			WB			
CP	ACII	ACIII	PSP	ACII	ACIII	PSP	SG

Fonte: autor

3.3 CÁLCULO DOS RESULTADOS

O método para obtenção do resultado foi retirado da ABNT NBR 14.081-4 (ABNT, 2012) que normatiza o ensaio de aderência a tração para argamassa colante. Primeiramente, deve ser calculada a tensão de ruptura de cada placa metálica (desprezando as fraturas tipo A, E e G) utilizando a seguinte expressão:

$$Ft = \frac{F}{A}$$

Onde:

(F_t) é a tensão de ruptura, arredondada a segunda casa decimal em megapascal;

(T) é a força de ruptura, expressa em Newton;

(A) é a área circular da face de centro da cerra copos de diâmetro de 5 centímetros, sendo $A = \pi \frac{d^2}{4}$ o resultado da área é igual a 19,6 cm².

A partir desses valores, deve-se calcular a tensão média de ruptura por tração das placas correspondentes.

Será utilizada a norma de aderência de revestimento argamassado ABNT NBR 13753 (1996), para quantificar mínimo de corpo-de-prova e quantidade mínima para validação dos ensaios. Tal norma especifica que o ensaio tem que ter um número mínimo de seis corpo-de-prova e pelo menos quatro dos seis tem que esta intactos antes da realização ensaio, para que haver uma aceitação do resultado. Também há o limite mínimo aceitável da resistência a tração do ensaio que a norma cita, esse valor é de 0,3 MPa.

A norma ABNT NBR 14.081-4 (ABNT, 2012) fala que cinco de 10 corpos de prova deve estar dentro dos limites propostos, ou seja 50% dos casos. Como neste trabalho são utilizados seis ao invés de 10, adota-se o critério de 50% mais um para validação do resultado, ou seja, 4 dos 6 resultados devem estar acima do valor de referência adotado que foi de 0,3 MPa. Como várias normas fazem a citação do valor mínimo de resistência a tração como 0,3 MPa, o presente trabalho usará tal valor como principal norteador de eficiência a tração.

Vale ressaltar que não existe norma de referência para a aderência mínima da argamassa colante sobre a membrana de poliuréia e que devem ser realizados mais estudos para verificar se o valor de 0,3 MPa seria suficiente para garantir a colagem quando submetida ao cisalhamento e variações térmicas in loco.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo serão apresentados os resultados obtidos em laboratório, os gráficos e tabelas e a discussão e análise dos ensaios, de forma a atingir os objetivos propostos neste trabalho.

4.1 POLIUREIA SEM ASPERSÃO DE AREIA

As tabelas a seguir apresentam os resultados dos ensaios realizados sem aspersão de areia. Os valores em azul representam os ensaios que deslocaram durante o processo de corte com a broca diamantada.

A média (M) significa média total, ou seja, media de todos os resultados que não deslocaram durante o corte. O desvio padrão será representado pelas siglas (DP) e o coeficiente de variação por (CV). E também só levará em conta os resultados não deslocados.

A norma ABNT NBR 14.081-4 (ABNT, 2012) também fala sobre o Coeficiente de variação (CV) de 0,2 ou 20% para que os resultados não se tornem dispersos e invalide a média do ensaio.

A tabela 8 mostra os resultados de todos os ensaios feitos, e determina a aderência do revestimento a tração sobre a poliuréia, sem a aspersão de areia.

Tabela 8: resultados dos ensaios da aderência a tração em MPa, sem aspersor de areia.

Ensaio sem aspersão de areia							
CP	VTM			WB			
	ACII	ACIII	PSP	ACII	ACIII	PSP	SG
1	0	0,47	0	0,62	0,41	0	0,87
2	0	0,57	0	0,70	0	0	1,03
3	0	0,67	0	0,62	0	0	1,07
4	0	0,63	0	0,65	0,39	0	1,02
5	0	0	0	0,65	0,30	0	1,03
6	0	0	0	0,58	0,35	0	1,05
Média	-	0,60	-	0,64	0,37	-	1,03
DP	-	0,09	-	0,04	0,05	-	0,07
CV	-	14%	-	7%	13%	-	7%

Fonte: autor

A argamassa AC III VTM teve um desempenho melhor que a AC III WB, porém mais disperso como mostram os valores do coeficiente de variação (CV). A média da AC III VTM ficou em 0,60 MPa enquanto a da Weber ficou em 0,37 MPa. Em ambos os ensaios, dois corpos de prova não aguentaram a rotação da broca e deslocaram.

A argamassa ACII WB teve uma boa resistência a rotação da broca, pois os 6 ensaios aguentaram a rotação da broca, além de ter atingido uma média de 0,64 MPa e com um resultado pouco disperso, CV de 7%.

Em compensação, a argamassa ACII VTM teve um resultado completamente oposto, pois nem um corpo de prova resistiu a perfuração da broca. Todos os 6 ensaios deslocaram durante o processo de corte.

O SG WB teve o melhor desempenho a tração em relação a todas as outras argamassas testadas, pois além de aguentar a rotação da broca, fazendo com que os 6 corpos prova ficassem intactos, a média do ensaio de aderência foi a maior de todas, com 1,03 MPa.

Como visto na tabela 8, as argamassas colantes AC II VTM, PSP VTM e PSP WB não apresentaram aderência sobre a poliuréia, pois quase todos os pontos se desprenderam da superfície durante o processo de corte, inviabilizando o ensaio.

As demais argamassas testadas resultaram em pelo menos quatro pontos com aderência, sendo que a ACIII VTM, ACII WB, ACIII WB e SG WB os valores foram maiores que o mínimo da norma de referência utilizada, ou seja, apresentaram no mínimo de quatro valores acima de 0,3 MPa.

4.2 POLIUREIA COM ASPERSÃO DE AREIA

Os resultados de aderência das argamassas com aspersão de areia encontram-se mostrados na Tabela 9. Os valores em azul foram os corpos de prova que deslocaram durante o corte e foram desconsiderados nos cálculos da média e desvio padrão.

Tabela 9: Resultados dos ensaios de aderência à atração com aspersão de areia.

Com areia							
CP	VTM			WB			
	ACII	ACIII	PSP	ACII	ACIII	PSP	SG
1	0,57	0,82	0,50	0,72	0,67	0,45	1,01
2	0,65	0,61	1,02	0,80	0,37	0,00	0,84
3	0,56	0,72	1,03	0,88	0,65	0,39	1,23
4	0,55	0,77	0,96	0,78	0,49	0,41	1,33
5	0,49	0,00	0,75	0,71	0,50	0,47	1,12
6	0,57	0,00	0,00	0,00	0,65	0,00	1,18
Média	0,56	0,74	0,96	0,78	0,57	0,43	1,15
DP	0,05	0,09	0,23	0,07	0,12	0,03	0,17
CV	9%	12%	24%	9%	21%	8%	15%

Fonte: autor

- PSP WB com aspersão de areia.

Nessa análise de resultado tivemos dois corpos de provas reprovados na rotação da broca, porém os outros quatro resultados foram satisfatórios, pois deram muito próximo anulando assim a possibilidade de erros, além de superar os resultados do ensaio sem aspersão de areia. O resultado da média dos ensaios ficou acima da sugerida pela norma, com quatro valores acima de 0,3 MPa, resultando em uma média de 0,43 MPa.

- PSP VTM com aspersão de areia.

A argamassa piso sobre piso da VTM teve apenas um deslocamento na hora do corte, e seus resultados foram bem dispersos (CV de 24%), porém 4 dos 6 ficaram acima de 0,3 MPa e o ensaio teve uma média de 0,96 MPa, com isso a argamassa passa no teste com folga além de superar os resultados dos testes sem aspersão de areia.

- ACIII WB com aspersão de areia.

Os testes da argamassa ACIII da marca WB ficaram bastante dispersos (CV de 21%), entretanto os 6 corpos de provas foram rompidos e conseguiram segurar a rotação da broca. O resultado obtido atende o critério da NBR 13528 (2010).

- ACIII VTM com aspersão de areia.

A argamassa ACIII da VTM também como as anteriores superaram os testes com aspersão de areia e tiveram resultados conclusivos e passando pela norma tomara como referência no trabalho, contudo dois corpos de prova se soltaram durante o corte.

- ACII WB com aspersão de areia.

A argamassa ACII da WB também teve desempenho satisfatório, superando também os ensaios sem a aspersão de areia, com média de 0,78 MPa os ensaios passariam na norma, houve apenas 1 deslocamento devido a rotação da broca.

- ACII VTM com aspersão de areia.

A ACII da VTM teve ótimos resultado, pouco dispersos e bem conclusivos devido ao pouco índice de dispersão. A média foi de 0,56 MPa o que os credenciam pela norma vigente. Os ensaios da argamassa ACII da VTM com aspersão de areia também conseguiram superar a sem a aspersão de areia.

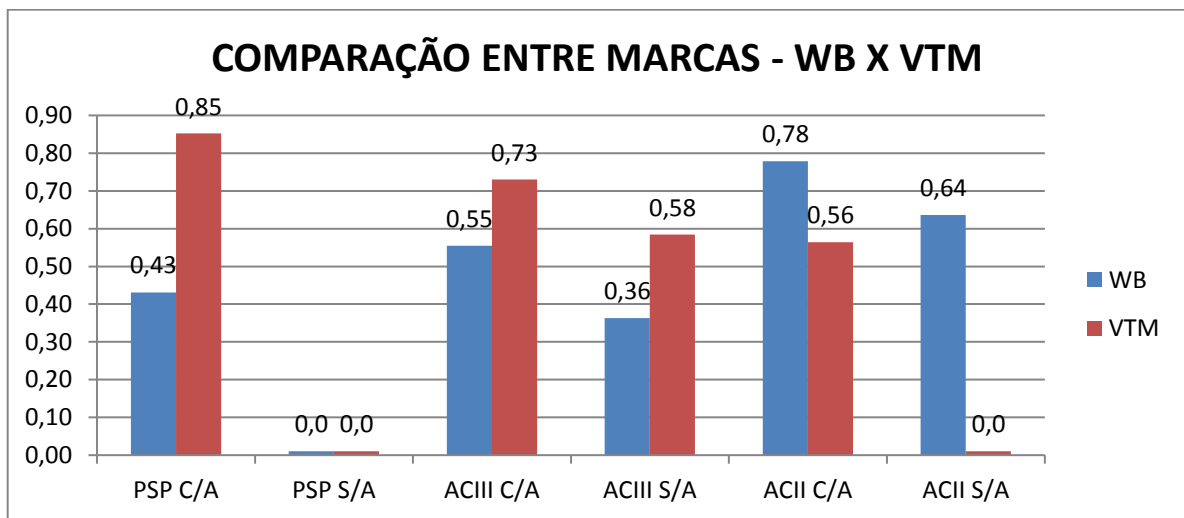
- SG WB com aspersão de areia.

O super graute com areia teve uma dispersão maior (CV de 15%), porém uma alta resistência a tração comparada a outras argamassas colantes. Seus resultados foram similares com os testes dos ensaios sem a aspersão de areia, pois o bloco de concreto que sofriam a ruptura.

4.3 COMPARAÇÕES DE MARCAS DE ARGAMASSAS.

Nessa parte do estudo, será feita a comparação dos mesmos tipos de argamassa entre duas marcas diferentes. O resultado de aderência média a tração encontra-se apresentado na Figura 17 para tal comparação.

Figura 17 - Resultado das comparações de marca.



Fonte: autor

Como visto no gráfico acima não houve uma marca totalmente superior à outra. A comparação das argamassas na modalidade piso sobre piso com aspersão de areia a VTM teve um resultado muito superior a WB, foi praticamente o dobro como mostrado no gráfico. Já a modalidade piso sobre piso sem aspersão de areia as duas argamassas não apresentaram aderência.

A comparação das argamassas ACIII com aspersão de areia VTM ficou 32,7% acima da argamassa ACIII WB. Na comparação da modalidade ACIII sem aspersão de areia a argamassa VTM também se saiu melhor, desta vez com uma tensão média 61,1% tendo a média novamente maior que a ACIII WB. Assim podemos concluir que a argamassa ACIII VTM possui uma melhor aderência à tração.

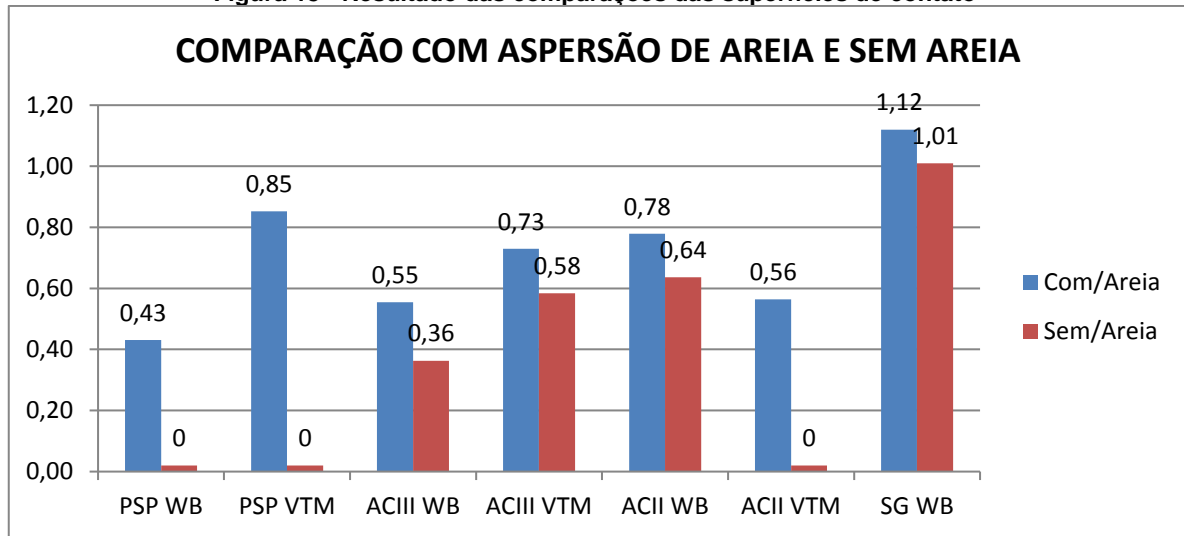
Depois foram testadas as argamassas ACII WB e VTM. Já nessa modalidade a argamassa que se mostrou superior foi a WB, devido à média dos ensaios terem sido maiores que a argamassa ACII da VTM. A média dos ensaios com a superfície da poliuréia com aspersão foi 39,3% superior, porém na modalidade ACII sem aspersão de areia a argamassas da VTM nem se quer conseguiu segurar a tração da broca durante o corte, invalidando assim todos os ensaios da argamassa VTM ACII sem aspersão de areia devido ao deslocamento.

4.4 COMPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE POLIURÉIA COM E SEM AREIA

Nessa parte do trabalho, será comparada, através de gráficos, à resistência a tração das diferentes argamassas com diferentes superfícies de contato sobre a poliuréia.

A figura 18 apresenta um gráfico de barras com os resultados das tensões de aderência média à tração das diferentes argamassas nas diferentes condições de preparação da superfície da poliuréia.

Figura 18 - Resultado das comparações das superfícies de contato



Fonte: autor

Como podemos ver, todas as comparações de tipo argamassa e tipo de marca a aspersão de areia melhorou os resultados no teste de aderência a tração, além de usar diferentes tipos de argamassas foram usadas diferentes marcas, o que faz o resultado ser ainda mais eficaz.

As argamassas PSP, de ambas as marcas, não apresentaram aderência na superfície sem aspersão de areia, pois deslocaram antes do teste de aderência ser feito. A argamassa ACII VTM também teve o mesmo problema na superfície sem aspersão de areia.

A tabela 10 mostra a porcentagem de ganho de aderência à tração dos ensaios que tiveram a aspersão de areia sobre a superfície de poliuréia. Os resultados das argamassas ACII VTM, PSP WB e PSP VTM não apresentaram aderência sobre a poliuréia sem areia, como já mostrado, pois houve o deslocamento do corpo de prova durante o corte com serra copo.

Contudo, ao aplicar as mesmas argamassas sobre a poliuréia com aspersão de areia, todas as argamassas apresentaram resistência de aderência durante o corte, indicando que a aspersão de areia é extremamente importante para melhorar as condições de aderência do revestimento sobre a poliuréia.

O resultado do SG WB foi o que apresentou menor ganho, entretanto a ruptura ocorreu no bloco de concreto, mostrando que a aderência entre a argamassa colante e a poliuréia com e sem aspersão de areia apresentam valor maiores que os obtidos no ensaio, de 1,0 MPa e 1,1 MPa, respectivamente.

Tabela 10: Resultado da comparação entre as superfícies de contato.

COMPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE CONTATO				
Argamassa	Com/Áreia	Sem/Áreia	% de ganho	
PSP WEBER	0,43	0	none	%
PSP VTMASSA	0,85	0	none	%
ACIII WEBER	0,55	0,36	53	%
ACIII VTMASSA	0,73	0,58	25	%
ACII WEBER	0,78	0,64	22	%
ACII VTMASSA	0,56	0	none	%
SG WEBER	1,12	1,01	11	%
media	24%			

Fonte: autor

A comparação das demais argamassas que conseguiram resistir à rotação da broca, assim validando seus resultados, a aspersão de areia se mostrou bastante eficaz, com ganho de 22 a 52% de resistência à tração a aspersão de areia se mostrou uma solução bastante eficaz e útil.

4.5 TIPOS DE RUPTURA DO CORPO DE PROVA

Os gráficos apresentados a seguir ilustram os tipos de ruptura que ocorreram para cada combinação testada. Nos gráficos foram mostrados somente os tipos de ruptura que ocorreram nos ensaios, os demais tipos de ruptura serão desprezados, pois não aconteceram em nem um corpo de prova. Os tipos de ruptura que ocorreram foram são as mostradas na Tabela 11.

Tabela 11: Nomenclaturas dos tipos de rupturas.

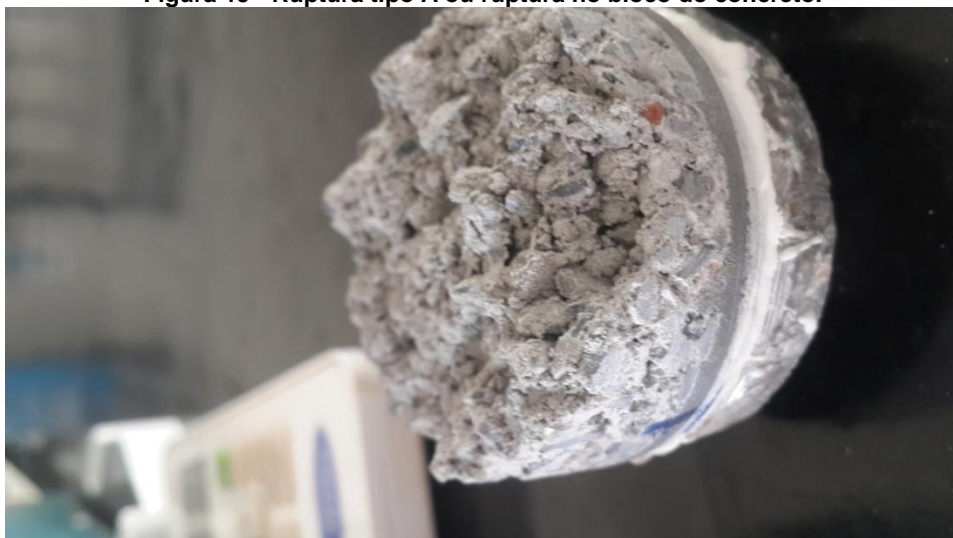
TIPOS DE RUPTURA	
A	RUPTURA NO BLOCO DE CONCRETO (BC)
D	RUPTURA INTERFACE POLIURÉIA/ARGAMASSA COLANTE (PA)
E	RUPTURA ARGAMASSA COLANTE (A)
H	RUPTURA INTERFACE POLIURÉIA/ARGAMASSA NO CORTE (PAC)

Fonte: do autor

A seguir serão descritos e ilustrados todos os tipos de rupturas que aconteceram no presente trabalho.

- Tipo A - Ruptura no bloco de concreto: essas rupturas aconteceram nas peças em que a aderência da argamassa foi da ordem de 1 MPa, como ilustra a figura 19.

Figura 19 - Ruptura tipo A ou ruptura no bloco do concreto.



Fonte: autor

- Tipo D - ruptura na interface poliuréia/argamassa: a ruptura ocorreu na interface crítica, entre a membrana de poliuréia e a argamassa colante, que aconteceu em diversos ensaios, como mostra a figura 20.

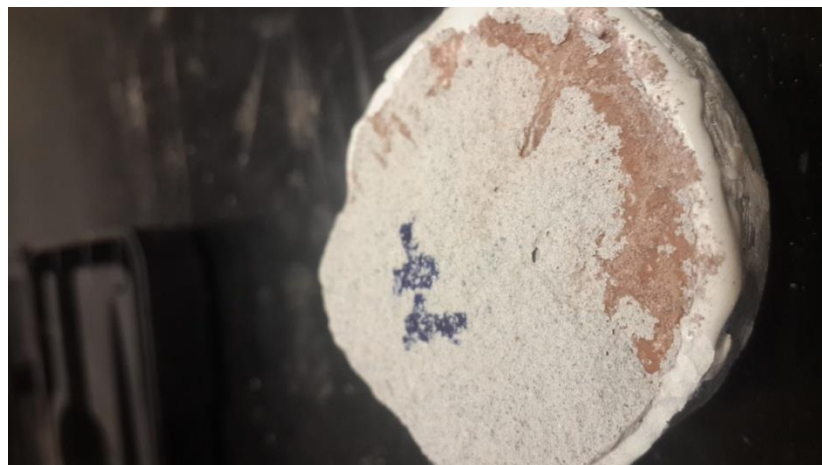
Figura 20 – Ruptura tipo D ou Interface argamassa/poliuréia.



Fonte: autor

- Tipo E - ruptura na argamassa colante: quando a camada da argamassa colante rompia, mostrada na figura 21.

Figura 21 - Ruptura tipo C ou ruptura argamassa.



Fonte: autor

- Tipo H - ruptura por deslocamento durante o corte: essa ruptura aconteceu devido à alta rotação da broca. Toda ruptura do tipo H ou por deslocamento aconteciam na interface poliuréia argamassa. Mostrada na figura 20

Figura 22 - Ruptura tipo H ou ruptura por deslocamento.



Fonte: autor

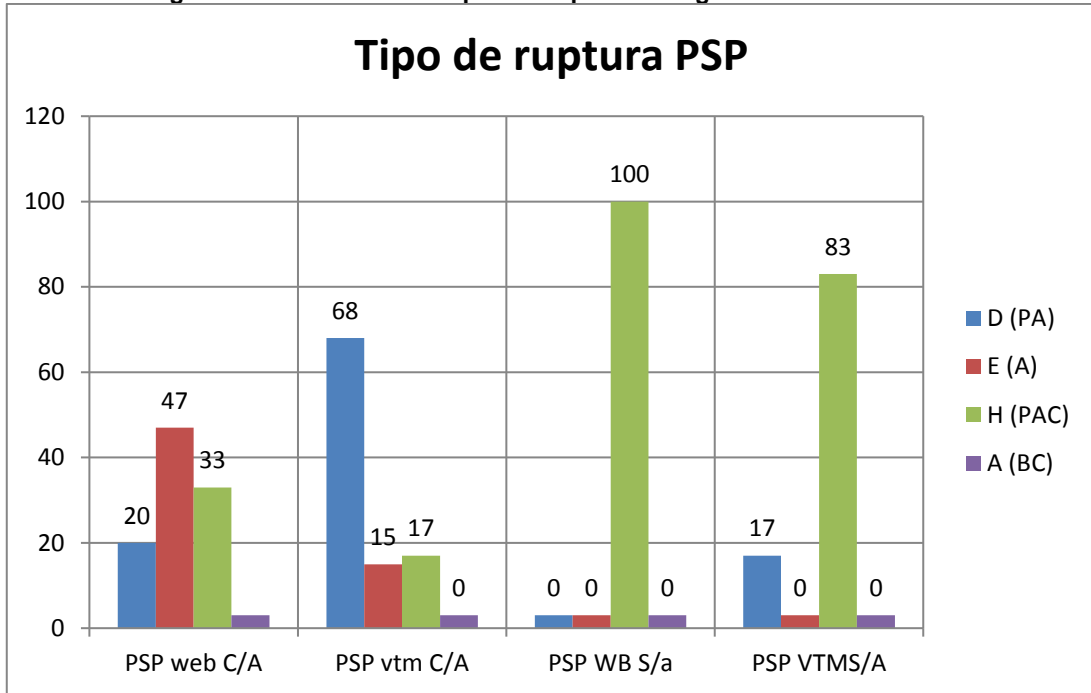
4.5.1 Argamassa colante PSP.

A porcentagem dos tipos de ruptura para a argamassa PSP, de ambas as marcas, e nas duas condições da poliuréia são apresentados no gráfico da figura 23.

A figura 23 mostra que as maiores partes das rupturas aconteceram por deslocamento na hora do corte, ruptura tipo H (PAC) na condição da poliuréia sem aspersão de areia, lembrando que todos os deslocamentos ocorreram na interface argamassa poliuréia.

Nota-se que a interface crítica no ensaio é a interface da poliureia com a argamassa colante, mas que pode ser melhorado quando da aspersão com areia, em que o tipo de ruptura mudou, não ocorrendo mais durante o corte e sim durante o arrancamento tanto na interface da argamassa colante com a poliuréia como na camada da argamassa colante.

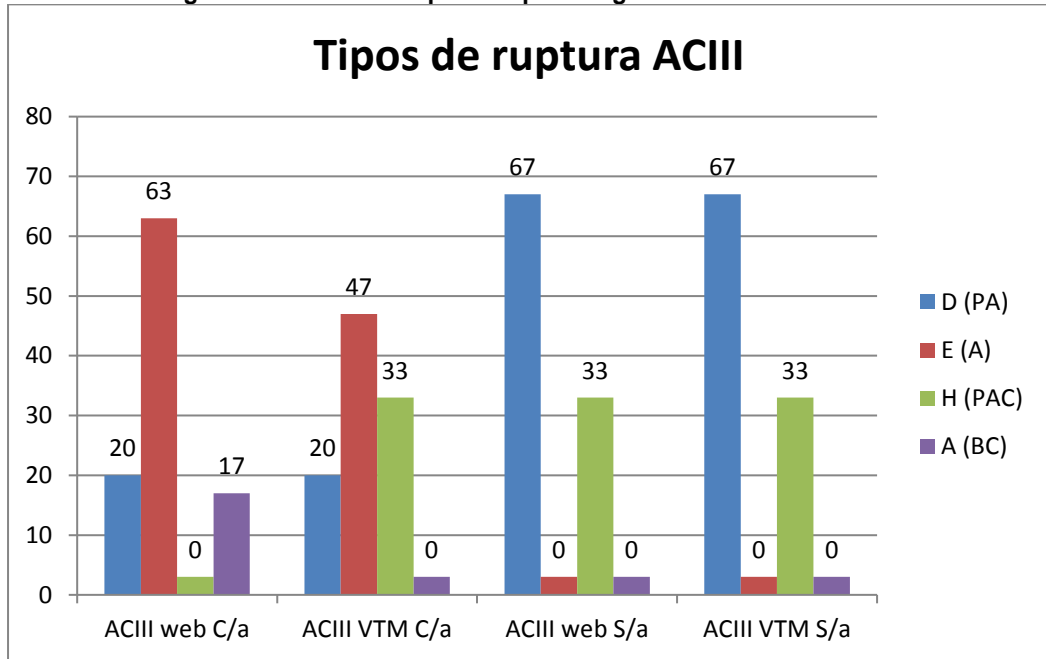
Figura 23 - Resultado dos tipos de ruptura da argamassa colante PSP.



Fonte: autor

4.5.2 Ruptura argamassa ACIII.

Figura 24 - Resultado tipo de ruptura argamassas ACIII.

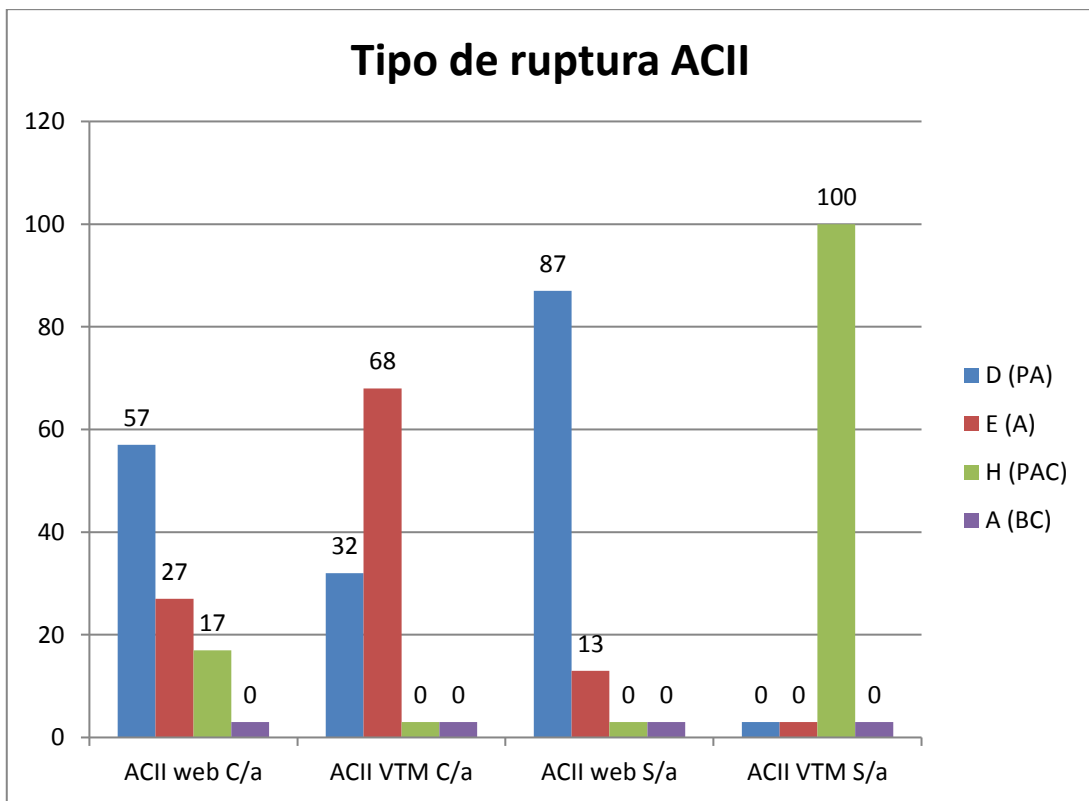


Fonte: autor

O gráfico de análise de ruptura da argamassa ACIII se mostrou bastante variado, porém houve uma semelhança nos testes das duas marcas de argamassas colantes sem a aspersão da areia. Já nos testes sem aspersão de areia a maior parte das rupturas acontecia na interface da argamassa colante com a poliureia. Enquanto nos ensaios com aspersão de areia a predominância do tipo de ruptura na argamassa colante.

4.5.3 Ruptura argamassa ACII.

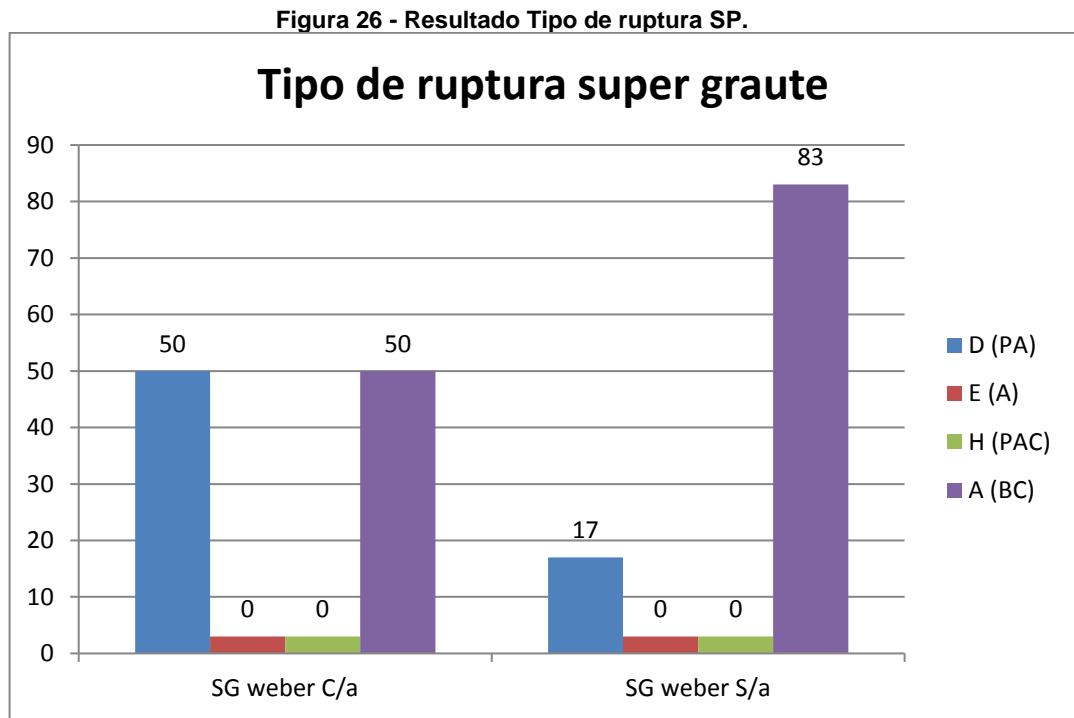
Figura 25 - Resultado tipo de ruptura argamassas ACII



Fonte: autor

O gráfico 25 mostra uma variação maior de ruptura, onde a maior parte das rupturas acontecia da interface poluréia/argamassa, tendo em vista que a ruptura tipo H e D acontecia na interface poliuréia argamassa, como citado no início das definições de tipos de rupturas.

4.5.4 Ruptura argamassa SG.



Fonte: autor

O SG teve a maior parte das rupturas no bloco de concreto. Por isso não podemos afirmar qual o resultado da aderência à tração do graute, só podemos afirmar que é maior que 1,0 e 1,1 MPa, pois as rupturas ocorriam na maior parte dos experimentos no bloco de concreto, porém deve-se levar em consideração que metade dos ensaios do SG weber com aspersão de areia, as rupturas aconteceram na interface poliuréia/argamassa.

Apesar do valor elevado da resistência à tração do SG, deve-se destacar que um graute apresenta elevado módulo de deformação, o que resulta em um revestimento rígido, que não irá suportar deformações da base e do revestimento.

Tendo em vista todos os gráficos, percebe-se que a maioria das rupturas aconteceram na interface poliuréia/argamassa, levando a crer que aquele era o ponto crítico do experimento, corroborando assim ainda mais os resultados. Porém o super graute se mostrou comportar de forma diferente, pois as rupturas aconteciam no bloco de concreto, mostrando assim uma capacidade mais elevada. Além disso, devido a essa ruptura não se pode medir a aderência à tração do super graute, pois a ruptura acontecia no bloco de concreto.

Como apresentado nos gráficos, podemos ver que a maior parte dos ensaios a ruptura acontecia na interface poliuréia/argamassa, tendo isso em mente podemos identificar o ponto mais frágil de ruptura. Isso nos leva a confirmação que a aspensão de areia foi um ponto fundamental para o aumento da resistência dos ensaios de aderência à tração.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar o comportamento da aderência a tração de diferentes tipos e marcas de argamassas colantes sobre a superfície de contato da poliuréia com e sem aspersão de areia, ou seja, como as marcas e as argamassas reagiriam sobre a poliuréia com aspersão de areia e sem aspersão de areia. Depois de feitos e analisados todos os ensaios, pode-se concluir que:

- A aspersão de areia sobre a poliuréia aumentou a resistência à tração, pois em todos os casos o ganho foi de 22 a 55% na média dos ensaios que possuíam aspersão de areia comparado aos ensaios que não possuíam a aspersão de areia;
- A aspersão de areia também aumenta a resistência à rotação, tendo em vista que as argamassas que estavam em contato com a aspersão de areia conseguiram resistir à alta rotação da broca durante o corte;
- O super graute teve um o melhor desempenho a tração nas duas modalidades, com e sem aspersão de areia, com média de 1,12 MPa e 1,0 MPa respectivamente. Fazendo com que a ruptura acontecesse no bloco de concreto. Com isso em mente não podemos afirmar a resistência à tração do super graute, apenas podemos dizer que a mesma resistência é acima de 1,12 com aspersão de areia e 1,0 MPa sem aspersão de areia respectivamente;
- Observamos que a resistência à tração da VTM é maior do que a da WB nas argamassas ACIII. Em compensação a argamassa da ACII da WB apresentou melhores resultados nos ensaios de tração, pois possuía uma média maior e também conseguiu resistir melhor à rotação da broca. O que nos leva a crer que não existe uma marca superior à outra, sim uma distribuição de qualidade, pois não ouve soberania absoluta de uma marca sobre a outra;

- Todos os ensaios com aspersão de areia tiveram um bom resultado e passaram pelo critério da NBR a norma vigente, ABNT NBR 13753: 1996, pois pelo menos quatro valores foram iguais ou maiores que 0,3 MPa. Já com a superfície de contato sem a aspersão de areia na poliuréia, somente 4 argamassas passaram, mas alguns corpos de prova se soltaram no corte. Enquanto as outras três argamassas tiveram resultado invalidado, devido a ruptura por deslocamento durante o corte com a serra copo;
- As argamassas ACIII da WB e VTM se mostraram também bastante eficiência na superfície de contato sem aspersão de areia. Tendo aderência à tração maior que 0,3 MPa;
- Tendo em vista que a maioria das rupturas aconteceu na interface argamassa/poliuréia podemos concluir que o ponto mais fraco do ensaio foi exatamente nesta interface. Corroborando ainda mais com a eficácia e coerência dos resultados.

Vale ressaltar que não existe norma de referência para os valores e ensaio de aderência à tração de revestimentos assentados com argamassa diretamente sobre a poliuréia. Para sua utilização em obra deve-se realizar mais estudos, nas condições de cura submersa e em estufa e ainda avaliar a resistência ao cisalhamento para definir qual o valor de referência seria suficiente para evitar problemas de deslocamento quando utilizada em grandes panos de piso.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

- Realizar o ensaio de aderência na condição de cura submersa e em estufa, para verificar se existe redução na aderência;
- Ensaia a aderência do revestimento sobre a poliuréia quando submetido ao cisalhamento;
- Testar diferentes tipos de primer e areia aplicados sobre a membrana de poliuréia;
- Avaliar o módulo de deformação das argamassas colantes, para verificar quais suportariam uma maior movimentação da base e d revestimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574: **Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. Rio de Janeiro, 2008.

_____. NBR 13528 - **Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas: Determinação da resistência de aderências à tração**. Rio de Janeiro, 2010.

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

_____. NBR 14081-4 - **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas: Determinação da resistência de aderência à tração**. NBR 14081-4. Rio de Janeiro, 2012.

_____. NBR 14081-2 - **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas: Execução do substrato-padrão e aplicação da argamassa para ensaios**. NBR 14081-2. Rio de Janeiro, 2012.

BARROS, M.M.S.B; MACIEL, L.L.; SABBATINI, F.H. **Recomendações para execução de revestimento de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. São Paulo, 1998.

BAUER, E.; VASCONCELOS, P.H.C.O; GRANATO, J.E. **Sistemas de impermeabilização e isolamento térmico**. In: **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. Ed.G.C.Isaia. 2ed. São Paulo, IBRACON, 2010. 2 vol.

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**. São Paulo: USP, 1996. 285 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CARASEK, HELENA, **Diretrizes para interpretação de resultados de ensaios de resistência de aderência em revestimento de argamassas**. Formosa-GO. Consulta:internet,2017.Disponívelem;<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/283/anexo/ensaiosdea.pdf>>. Acesso em 05/06/2017.

CARASEK, HELENA, **Instituto brasileiro de concreto, argamassas**, Capítulo 26. 2011, núcleo de tecnologia das argamassas e revestimento (NUTEA) – EEC UFG

- CINCOTTO, M. A; SILVA; CARASEK, H. **Argamassas de revestimento: propriedades, características e métodos de ensaios**, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 1995, 118p.
- COSTA, F. – Tecnologia de poliuréia, São Paulo, 2014. Disponível em:<<http://pt.slideshare.net/fernandofreitas90475069/tecnologia-de-poliureia-impermeabilizao-elementos-de-gua-39870798?related=1>>.
- COSTA, E.; CARASEK, H.; ALMEIDA, S.; ARAÚJO, D. L. **Modelagem numérica do ensaio de resistência de aderência à tração de revestimentos de argamassa**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 7, Recife, 2007. **Anais**. Recife: UFPE/ANTAC, 2007, p.1-11.
- FIORITO, ANTONIO.J.S.I, **manual de argamassas e revestimento**, engenheiro civil (EPUSP), 2ª edição, 2010.
- GUIMARÃES, J. E. P.; CINCOTTO, M. A. **A cal: nas construções civis e na patologia das argamassas**. São Paulo: Associação Brasileira dos Produtores de Cal, 1985.
- MAROSSE, Sergio, **Avaliação da aderência das argamassas colantes ACIII sobre sistemas acrílicos e acrílicos cimentícios**.VILAR, Walter -Química e Tecnologia de Poliuretanos, 3ª Ed., Vilar Consultoria, Rio de Janeiro, Dez/2004.
- MITIDIARI FILHO, Claudio. **Qualidade e Desempenho na construção Civil**.Cap. 2 1.ed. São Paulo, IBRACON, 2010. SANTOS, Heraldo B. - **ENSAIO DE ADERÊNCIA DAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO**. Monografia. Apresentada no Curso de Especialização de Construção Civil, UFMG, 2013.
- SELMO, S. M. S. **Dosagem de argamassas de cimento e cal para revestimento externo de fachada de edifícios**. São Paulo: USP, 1989. 187p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
- SOUZA, GRABRIELA GONÇALVES, **AVALIAÇÃO DA ADERÊNCIA DE ARGAMASSAS COLANTES PARA PISCINA NAS CONDIÇÕES SECA E SUBMERSA**, Trabalho de conclusão de curso, uniceub, 2017.
- VASCONCELOS, PAULO HENRIQUE C. DE O, **CORRELAÇÃO ENTRE AS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE MATERIAIS IMPERMEABILIZANTES A BASE DE ELASTÔMEROS DE POLIURÉIA E POLIURETANO COM O DESEMPENHO DO SISTEMA APLICADO EM LAJES ESTRUTURAIS**. Brasília: UNB, 2015. Dissertação de mestrado em estruturas e construção civil.