

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

FRANCISCO MATEUS ANTUNES DA COSTA
MOLDDEN GUALBERTO SOUSA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES IMPERMEABILIZANTES NAS
PROPRIEDADES MECÂNICAS E NA ABSORÇÃO DE ÁGUA EM ARGAMASSA
DE ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO**

Cajazeiras-PB
2023

FRANCISCO MATEUS ANTUNES DA COSTA
MOLDDEN GUALBERTO SOUSA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES IMPERMEABILIZANTES
NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS E NA ABSORÇÃO DE ÁGUA EM
ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-
Campus Cajazeiras, como parte dos
requisitos para a obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil, sob
Orientação da Prof^ª. Ma. Raquel Ferreira do
Nascimento.

Cajazeiras-PB
2023

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

C837a Costa, Francisco Mateus Antunes da.

Avaliação da influência de diferentes impermeabilizantes nas propriedades mecânicas e na absorção de água em argamassa de assentamento e revestimento / Francisco Mateus Antunes da Costa, Moldden Gualberto Sousa da Silva. – 2023.

54. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2023.

Orientador(a): Prof^a. Me. Raquel Ferreira do Nascimento.

1. Construção civil. 2. Materiais de construção. 3. Impermeabilizante. 4. Argamassa de assentamento. I. Silva, Moldden Gualberto Sousa da. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. III. Título.


FRANCISCO MATEUS ANTUNES DA COSTA
MOLDDEN GUALBERTO SOUSA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES IMPERMEABILIZANTES
NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS E NA ABSORÇÃO DE ÁGUA EM
ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO**


Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Coordenação do Curso de
Bacharelado em Engenharia Civil do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba, *Campus*
Cajazeiras, como parte dos requisitos para
a obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Aprovado em 14 de fevereiro de 2023.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 RAQUEL FERREIRA DO NASCIMENTO
Data: 10/03/2023 10:22:50-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof^ª. Ma. Raquel Ferreira do Nascimento – IFPB - *Campus* Cajazeiras
Orientador

Documento assinado digitalmente
 CICERO JOELSON VIEIRA SILVA
Data: 09/03/2023 19:49:02-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof^ª. Me. Cicero Joelson Vieira Silva – IFPB - *Campus* Cajazeiras
Examinador 1

Documento assinado digitalmente
 AMANDA JESSICA RODRIGUES DA SILVA
Data: 10/03/2023 06:45:27-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof^ª. Ma. Amanda Jéssica Rodrigues da Silva IFPB - *Campus* Cajazeiras
Examinador 2

Dedicamos este trabalho a Deus; e aos nossos pais que são a nossa base e os responsáveis portudo o que somos hoje, pela dedicação e apoio em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus por conduzir todos os nossos caminhos e nos permitir chegar até aqui. Por fazer-nos capazes de superar todas as dificuldades, dar-nos sabedoria para tomar as decisões e força para nunca desistir.

Aos nossos pais por nos incentivarem desde sempre e por proporcionarem os meios para que chegássemos aqui. Por nunca medirem esforços para garantir educação de qualidade e por ser as nossas bases, refúgio e abrigo, por todo amor que encontramos nos nossos lares e por sonhar nossos sonhos juntos conosco.

A nossa orientadora Professora Ma. Raquel Ferreira do Nascimento por todo apoio, paciência e aprendizado. Por ter aceitado o desafio de iniciar um projeto científico conosco, nos incentivar à pesquisa e estar sempre disposta a ajudar. Ela sem dúvida se tornou uma grande amiga e parceira para vida.

A todos os nossos amigos/irmãos que perto ou longe nos incentivaram, apoiaram e deram forças para prosseguirmos a jornada, em especial aos irmãos que o curso nos deu, participantes dos grupos “JV e seus capangas” e “Senhores de Civil”.

Aos colaboradores do projeto de pesquisa, em especial para a o Eng. Civil Donizeti Curcio Luciano e sua empresa a Imperverg, que foram de suma importância para a realização e cumprimento do presente trabalho.

A Neto José, técnico do laboratório no qual realizamos todos os experimentos, pela paciência, cuidado e pelo auxílio durante todo o tempo de pesquisa.

Ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB), *Campus* Cajazeiras pela oportunidade de realização de trabalhos na área de pesquisa, possibilitar a execução e desenvolvimento das pesquisas.

Aos colegas e professores do IFPB pelo seu auxílio nas tarefas desenvolvidas durante o curso e apoio na revisão deste trabalho.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão de mais uma etapa das nossas vidas.

RESUMO

A construção civil está em constante evolução, a grande variedade de materiais, métodos de execução, locais de aplicação, entre outros fatores, vem contribuindo com a solução de problemas patológicos nesse setor. Dentre esses problemas, os oriundos de infiltrações estão entre os mais negligenciados, sendo assim, é crucial ressaltar a importância de lidar com essas patologias através da prática do processo de impermeabilização. O presente trabalho teve como objetivo comparar e avaliar a influência de três produtos impermeabilizantes de base natural e sintética nas propriedades mecânicas e na absorção de água por capilaridade na argamassa de assentamento e revestimento com idade de 28 dias. Para isso, inicialmente foi realizada a caracterização dos materiais a serem utilizados: granulometria, massa unitária e específica e finura. Após a caracterização física, estabeleceu-se os traços e dosagem da argamassa que foi moldada em corpos prismáticos conforme a norma vigente e colocado na cura úmida até a idade de 28 dias. Com os corpos devidamente curados e secos, os produtos impermeabilizantes foram aplicados nas suas superfícies. Após isso, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de determinação de absorção de água por capilaridade e aos ensaios de resistência a tração na flexão e compressão. Por fim, após a realização dos ensaios, os resultados obtidos mostram que os impermeabilizantes não afetaram a resistência a compressão e tração na flexão, havendo até um pequeno ganho de resistência como é o caso do Imperverg RQI 132M que apresentou o melhor resultado para o ensaio de resistência a compressão, possibilitando um aumento de 12,99% na resistência a compressão, e nenhum ganho ou perda no ensaio de resistência a tração na flexão. No ensaio de capilaridade todos os impermeabilizantes reduziram drasticamente a absorção de água em comparação aos corpos-de-prova referência, que teve um resultado de 0,34 g/cm². O Coverprime mostrou o melhor resultado de 0,009g/cm² em seguida do Imperverg com 0,015g/cm². Conclui-se com esse estudo, as qualidades da prática da impermeabilização e os benefícios da utilização desses produtos para a construção civil, que trazem uma melhoria e qualidade na execução dos serviços.

Palavras-chave: impermeabilizantes; capilaridade; resistência.

ABSTRACT

Civil construction is constantly evolving, the wide variety of materials, execution methods, application sites, among other factors, certainly comes with the solution of pathological problems in this sector. Among these problems, those originating from infiltrations are among the most neglected, therefore, it is crucial to emphasize the importance of dealing with these pathologies through the practice of the waterproofing process. The present work aimed to compare and evaluate the influence of three natural and synthetic based waterproofing products on the mechanical properties and on the absorption of water by capillarity in the laying and coating mortar aged 28 days. For this, initially the characterization of the materials to be used was carried out: granulometry, unitary and specific mass and fineness. After the physical characterization, the traces and dosage of the mortar were established, which were molded into prismatic bodies according to the current norm and placed in the ecological cure until the age of 28 days. With the bodies properly cured and dry, waterproofing products were applied to their surfaces. After that, the specimens were admitted to the origin test of water absorption by capillarity and to the traditional resistance tests in flexion and flexibility. Finally, after carrying out the tests, the results obtained show that the waterproofing agents did not affect the resistance to resistance and traction in flexion, even having a small gain in resistance, as is the case of Imperverg RQI 132M, which presented the best result for the test. from strength to strength, allowing for a 12.99% increase in strength to strength, and no gain or loss in the flexural tensile strength test. In the capillary test, all waterproofing products drastically reduced water absorption compared to the reference specimens, which had a result of 0.34 g/cm². Coverprime showed the best result of 0.009g/cm², followed by Imperverg with 0.015g/cm². It concludes with this study, the qualities of the practice of waterproofing and the benefits of using these products for civil construction, which bring an improvement and quality in the execution of services.

Keywords: waterproofing; capillarity; resistance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Produto impermeabilizante bicomponente RQI 132 M	31
Figura 2 – Produto impermeabilizante bicomponente Coverprime	32
Figura 3 – Produto impermeabilizante Tecryl.	33
Figura 4 – Amostra da areia utilizada	33
Figura 5 – Fluxograma das atividades desenvolvidas.	34
Figura 6 – Recipiente utilizado e com areia no ensaio de determinação de massa unitária	36
Figura 7 – Amostra de areia e peneiras utilizadas.	37
Figura 8 – Preparação da argamassa no misturador	38
Figura 9 – Processos de realização do ensaio de consistência.	38
Figura 10 – Antes e depois dos trinta golpes na <i>float table</i>	38
Figura 11 – Moldagens dos corpos de prova	39
Figura 12 – Estufa fechada e aberta com os corpos-de-prova	40
Figura 13 – Corpos de prova secos com produtos impermeabilizantes.	40
Figura 14 – Corpos de prova em imersão parcial na água	41
Figura 15 – Corpos de prova, prensa hidráulica e equipamentos adaptados para os ensaios.	42
Figura 16 – Corpos de prova rompidos no ensaio de tração na flexão.	43
Figura 17 – Corpos de prova rompidos no ensaio de compressão.	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA.....	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1	PATOLOGIAS.....	16
3.1.1	Umidade	17
3.1.2	Descascamento de pinturas	17
3.1.3	Mofos e bolor.....	17
3.1.4	Capilaridade da água e absorção por contato	18
3.1.5	Goteiras e Manchas.....	18
3.1.6	Bolhas.....	19
3.2	IMPERMEABILIZAÇÃO	19
3.3	TIPOS DE IMPERMEABILIZANTES	20
3.3.1	Rígidos	20
3.3.1.1	Tipos de impermeabilizantes rígidos	20
3.3.2	Impermeabilizantes Flexíveis	21
3.3.2.1	Tipos de impermeabilizantes flexíveis	24
3.3.3	Material asfáltico.....	28
3.3.4	Poliuretano	28
3.3.5	Materiais analisados	29
4	MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1	MATERIAIS	30
4.2	MÉTODOS	34

4.2.1 Ensaio de resistência à tração na flexão e compressão	42
5 RESULTADOS E ANÁLISES	44
5.1 ENSAIO DE DETERMINÇÃO DE MASSA ESPECIFICA	44
5.2 ENSAIO DE MASSA UNITÁRIA.....	44
5.3 ENSAIO DE GRANULOMETRIA.....	45
5.4 ENSAIO DO ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA DE ARGAMASSA.....	46
5.5 ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE.....	46
5.6 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO NA TRAÇÃO E COMPRESSÃO	49
5.6.1 Resistencia à tração na flexão	49
5.6.2 Resistencia à compressão.....	50
6 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

Nas construções, diversas patologias são comumente encontradas devido as más técnicas construtivas, como é o caso da inexistência ou aplicação incorreta dos impermeabilizantes. Entre as patologias decorrentes desse fato, podem-se citar as oriundas de infiltrações que afetam tanto a parte estética das edificações como também a parte estrutural. O setor da construção civil está em constante evolução, havendo sempre um aumento nas exigências de qualidade e conhecimento de novos materiais que contribuam com melhorias nas técnicas construtivas.

Conforme o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2018), a prática de impermeabilização, iniciou-se no século XIX em vários países que praticavam a pesca e a extração do óleo de baleia nos oceanos Pacífico e Atlântico. Segundo Sadika (2013), no Brasil, os impermeabilizantes ganharam destaque na construção civil e começou a ser normatizado em razão da construção do Metrô em São Paulo, que por ser uma obra de grande porte e enterrada, precisava de maior atenção nesse tema. Após esse caso viu-se a necessidade de um órgão para estudo desse assunto e em seguida surgiu o IBI, que ressaltou a importância do procedimento.

Conforme a Associação de Engenharia de Impermeabilização (2019), os custos da implantação de um sistema impermeabilizante são, em média, de 1% a 3% do valor total da obra. Entretanto gastos com reparos podem chegar a 25% do valor total, mostrando como é importante a preocupação com a impermeabilização desde o início da obra, evitando futuras patologias e conseqüentemente aumento de custos.

Dessa forma, para uma aplicação correta dos produtos impermeabilizantes, é imprescindível um projeto de impermeabilização, materiais de qualidade e mão de obra qualificada, sempre considerando as especificações e métodos adequados de execução. Em virtude da importância do uso de impermeabilizantes, o presente trabalho visa mostrar os benefícios da aplicação de impermeabilizantes nas edificações e avaliar qual tipo de impermeabilizante é indicado para determinado serviço, sua matéria-prima, entre outros fatores.

Nesse contexto, pretendeu-se estudar a influência de impermeabilizantes de origem sintética e natural na argamassa de assentamento e revestimento, verificando sua resistência mecânica a tração na flexão e à compressão e absorção de água por capilaridade, a fim de ressaltar a importância do processo de impermeabilização.

1.1 JUSTIFICATIVA

O atual cenário da construção civil tem como alguns dos principais objetivos a mitigação de perdas e o asseguramento da salubridade dos ambientes, fornecendo segurança e conforto ao usuário. Para isso, além de outros cuidados, é necessária a busca por proteção das construções contra possíveis patologias, sendo elas, manifestadas em diversos tipos, tais como: manchas, formação de bolor, trincas, fissuras, infiltrações e danos por umidade excessiva na estrutura entre outros. Esses problemas prejudicam o conforto e causam doenças nos habitantes das edificações, portanto, da mesma forma que as doenças humanas necessitam de atenção e cuidados, as mazelas encontradas nas edificações também precisam ser tratadas.

Diante disso, de acordo com o IBI (2018), a fim de prolongar a vida útil das edificações e proporcionar conforto ao usuário, há no setor da construção civil, a preocupação com a aplicação de medidas de controle e prevenção de patologias, em especial as decorrentes de infiltrações, visto que a água, independente do seu estado (líquido ou gasoso) é capaz de penetrar em estruturas desprotegidas, atingindo até mesmo armaduras e causando a oxidação destas. Isso compromete o desempenho de toda a edificação. A fim de mitigar tais problemas, é recomendado que no início do processo construtivo sejam utilizados produtos capazes de impermeabilizar os elementos da construção, reduzindo os riscos. Conforme a NBR 9575 (ABNT, 2010), a impermeabilização é um conjunto de operações e técnicas construtivas com finalidade de proteger construções contra ações deletérias de fluidos, vapores ou umidade.

O surgimento de novos materiais e tecnologias na área da construção civil está ganhando destaque devido a aparição de novas tendências e práticas para a diminuição dos gastos na obra. Para o IBI (2018), as tecnologias dos impermeabilizantes estão com preços bem competitivos e com um vasto leque de soluções e técnicas disponíveis, mas apesar disso, o cenário que se presencia é o de que alguns construtores ainda negligenciam o uso desses produtos, acarretando consequências estéticas e estruturais que podem colocar em risco a estabilidade das construções e a segurança das pessoas.

Conforme Sadika (2013), apesar dos estudos realizados, do surgimento de tecnologias que inovaram os produtos que são utilizados e da obrigatoriedade do projeto de impermeabilização, pode-se afirmar que os produtos impermeabilizantes não estão presente em todas as obras, pois não é visto como essencial por não ter função estrutural e acaba sendo menosprezado, conseqüentemente na visão comum do consumidor torna-se algo dispensável.

Dessa forma, o presente trabalho busca enaltecer a importância sobre a impermeabilização, a partir da verificação da influência de diferentes tipos de impermeabilizantes na superfície de argamassa de assentamento e revestimento, identificando, entre os produtos estudados, o que apresenta maior eficiência. Com isso, pretende-se auxiliar os profissionais da área com informações de desempenho, eficiência e aplicação correta dos produtos estudados, proporcionando confiança e segurança no uso prático dos materiais impermeabilizantes, evitando futuras patologias e garantindo as condições de habitabilidade da construção.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho de impermeabilizantes de base sintética e natural em argamassa de assentamento e revestimento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diante do objetivo geral, seguem-se os objetivos específicos.

- Verificar a influência de impermeabilizantes de base natural (poliuretano vegetal - óleo de mamona) e de base sintética (polimérica e acrílica) nas propriedades mecânicas de argamassa de assentamento e revestimento.
- Analisar a influência de impermeabilizantes de base natural (poliuretano vegetal - óleo de mamona) e de base sintética (polimérica e acrílica) na absorção de água por capilaridade de argamassa de assentamento e revestimento.
- Realizar comparação de eficiência do ponto de vista técnico entre os produtos utilizados e destes com uma argamassa não impermeabilizada.
- Ressaltar a importância dos produtos impermeabilizantes nas construções e do estudo e exploração de novos materiais de base natural.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para o presente trabalho, será de suma importância a aferição de métodos e conceitos encontrados por meio de uma revisão da literatura de assuntos abordados por autores e normativas que agremiam ao embasamento do trabalho.

3.1 PATOLOGIAS

Segundo Oliveira (2013), a palavra "patologia" vem do grego (pathos - doença, e logia - ciência, estudo) e significa "estudo da doença". A patologia pode ser entendida como a parte da engenharia que estuda as origens, os mecanismos, os sintomas e causas dos defeitos das construções civis. Sendo assim, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema. Essas patologias podem se manifestar de diversos tipos, tais como: trincas, fissuras, infiltrações e danos por umidade excessiva na estrutura. Por ser encontrada em diversos aspectos recebe o nome de manifestações patológicas.

As patologias, salvo raras exceções correspondentes à ocorrência de catástrofes naturais, apresentam manifestação externa característica, a partir da qual se pode deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, assim como pode-se estimar suas prováveis consequências (GIORDANI, 2016).

Segundo Kopschitz (2019), os problemas patológicos que atingem as edificações possuem diversos motivos e causas. Suas origens são motivadas por falhas que ocorrem durante a realização de uma ou mais das atividades inerentes ao processo genérico a que se denomina de construção civil, processo este que pode ser dividido, em três etapas básicas: concepção (planejamento / projeto / materiais), execução e utilização. Portanto, para melhor entendimento das patologias é necessário o auxílio de projetos, pois em alguns casos os motivos estão no próprio projeto da edificação.

Segundo Oliveira (2013), a umidade origina patologias devido a falta de impermeabilização nas etapas construtivas, sendo essas, as três etapas que constituem o processo construtivo: a concepção, construção e utilização. A umidade é amplamente associada ao termo patologia, pois é uma das mais frequentes manifestações patológicas encontradas nas obras, visto que a facilidade em sua aparição pode ser determinada em diversas etapas do processo construtivo.

3.1.1 Umidade

Conforme Verçoza (1991), a umidade nas construções pode originar-se por vários motivos, como: o período de construção, advinda da capilaridade e por eventuais vazamentos de redes hidráulicas. Para o mesmo autor, a umidade não é apenas uma forma de patologia, ela age também como um agente causador de grande parte de outras patologias em construções. A umidade é o fator primordial para o aparecimento de inflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais. As manifestações patológicas podem ocorrer em diversas partes das edificações, como piso, parede, laje, teto e fachadas.

3.1.2 Descascamento de pinturas

O problema do substrato da tinta se separar da parede é oriundo do envelhecimento da tinta, mais especificadamente do filme pelicular da tinta. Segundo Brandolis (2017), o surgimento de patologias como descascamento de pinturas é comum quando não ocorre a correta impermeabilização da viga baldrame e com isso a água por capilaridade começa a afetar a alvenaria e conseqüentemente as paredes.

3.1.3 Mofo e bolor

Segundo Santos (2017) as infiltrações em telhados, vazamento em redes pluviais entre outros fatores fazem existir um aumento de umidade, logo originam fungos resultantes desse aumento de umidade. Os fungos têm o surgimento em qualquer material como cerâmicos, vidros entre vários outros.

Segundo Suvinil (2023), para a correção dessa patologia recomenda-se a lavagem do local com o auxílio de algum item como escova ou espátula para raspar a camada. Após isso, deve ser colocada uma solução de alvejante aquosa, como água sanitária, pois ocorrerá uma reação química entre os componentes de cloro com a parte orgânica. Em seguida, é feita a colocação de um impermeabilizante plastificante incolor e na sequência a aplicação da pintura.

3.1.4 *Capilaridade da água e absorção por contato*

Kopschitz (2019), constatou que a absorção por capilaridade começa pelos constituintes da parte externa do revestimento, e nessa etapa, diversos fatores causadores entram em análise. Para Bauer (2014), a partir do contato direto entre material e umidade, existe o fenômeno de capilaridade da água e esse fenômeno acontece em regiões que estão em contato direto com o local úmido, sem impermeabilização ou com uma má execução do serviço.

Segundo Coimbra (2010), para evitar o surgimento do fenômeno de capilaridade da água é necessário a melhoria da resistência dos materiais sobre o ponto de vista da umidade e a utilização de revestimento de impermeabilização. Para o tratamento é necessário o conhecimento da área onde existe a umidade.

3.1.5 *Goteiras e Manchas*

Segundo Marques (2021) manchas são defeitos muito comuns em edificações e isso acontece devido a água penetrar a barreira dos materiais e na outra face existir a aderência, resultando em uma mancha. A permeação de água em uma construção ocorre frequentemente entre a cobertura e a alvenaria de uma edificação. Quando isso ocorre, a água atravessa as camadas constituintes da parede e quando chega na camada da tinta a água muitas vezes causa manchas, o que desvaloriza o visual do ambiente.

Ainda segundo Marques (2021), deve-se analisar qual o motivo para se originar goteiras e manchas. Os mais comuns são aberturas entre o contato de diferentes materiais, falta de impermeabilização, entre outros. Conforme Verçoza (1991), vazamentos entre calhas, condutores, algerozes entre outros coletores de água da chuva possuem comumente vazamentos, os quais geralmente são vistos nos forros e paredes por manchas ou goteiras. A definição do problema pode ser: soldas incompletas, pouco caimento para a queda de água, calhas sem apoio, uniões de materiais diferentes inadequadas, trespases insuficientes em algerozes, rufos, calhas além da má fixação dos algerozes nas paredes entre outros motivos. Portanto para a correção da patologia é necessário identificar qual a fonte do problema, devido a grande quantidade de variáveis que podem ocasionar manchas e goteiras.

Conforme Souza (2008) para problemas com o caimento da água é necessário analisar qual a fonte do problema, se for um mal caimento da calha é necessário a recolocação de maneira adequada da mesma.

O amassamento de calhas e telhas, ou seja, a perda do formato original, pode ser originado através de impactos na colocação ou através do desgaste natural do material para

evitar que haja o vazamento Verçoza (1991) propõe a solução de ser corrigida a superfície e além disso a colocação de virolas para completar a curvatura de calhas e telhas de borda, condutores ou tubos que apresentam vazamento, esse problema ocorre por alguns fatores como em dias de chuva forte a pressão exercida em uniões pode ocasionar um afastamento parcial, causando o vazamento para a correção desse problema é necessário identificar o local que originou e a recolocação das peças por meio de um adesivo plástico no caso de conexões de PVC, em alguns casos o problema pode ser originado por entupimento dos tubos, logo é necessário sempre a limpeza, caso a estrutura de coberta esteja perto de árvores ou de algo que possa estar soltando dejetos para a cobertura.

Portanto, ainda sobre Verçoza (1991), o autor elenca como as principais fontes de patologias: problemas durante a construção, umidade trazida por capilaridade, problemas advindos da chuva, resultante de vazamentos em redes hidráulicas e condensação. O autor ainda conclui que o reparo é integral ao nível de avaria da estrutura, podendo demandar um gasto variável para a correção do problema. Logo é recomendado sempre uma adequação dos projetos da edificação aliados ao planejamento e escolha dos materiais adequados e de boa qualidade.

3.1.6 Bolhas

Segundo Ferreira e Rodrigues (2019), o surgimento de bolhas ocorre devido à dificuldade de dissipação das partículas de água do substrato, podendo provocar o deslocamento e formação de bolhas nas pinturas ou revestimento. Além disso, o surgimento está relacionado com os componentes de uma parede, se a massa corrida foi aplicada de maneira ineficiente, a superfície possui poeira, ou até a mesmo a tinta anterior aplicada é de qualidade inferior, tudo isso aliado a presença de umidade, poderá ocasionar o aparecimento de bolhas em uma nova camada de tinta aplicada naquela local.

Para os mesmos autores, o tratamento é necessário a aplicação de tintas, revestimentos com maior poder impermeabilizante. A remoção do material de qualidade inferior e a aplicação de um material que possua características ante bolhas na sua formulação química, o uso de impermeabilizantes na face externa e interna de uma parede que já passou por esse problema é aconselhável.

3.2 IMPERMEABILIZAÇÃO

Conforme a NBR 9575 (ABNT, 2010), a impermeabilização é definida como um conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas,

que tem por finalidade proteger as construções contra a ação nociva dos fluidos, de vapores e da umidade. Ainda na mesma norma, a necessidade e atenção para a execução de um sistema de impermeabilização é muito importante para a proteção do ambiente onde se foi utilizado, além disso, a prática estende o período de vida útil e minora gastos futuros.

De acordo com o IBI (2017), a impermeabilização é definida como uma técnica que consiste na aplicação de produtos específicos com o objetivo de proteger as diversas áreas de uma edificação contra patologias advindas da ação de águas que podem ser de chuva, de lavagem, de banhos ou de outras origens.

Segundo Firmino (2013) a impermeabilização funciona como um envelope da edificação que a protege das condições do meio em que está edificada, tendo como objetivo garantir a durabilidade da edificação, maior conforto e usabilidade e proteção ao meio ambiente.

Para Kopschitz (2019), a impermeabilização pode evitar o aparecimento de patologias das mais diversas naturezas, no entanto, deve-se atentar para a execução do projeto, a execução da obra e até nos materiais empregados. Com o uso correto e a escolha de materiais de melhor qualidade podem ser evitados gastos futuros com a reparação de problemas patológicos.

3.3 TIPOS DE IMPERMEABILIZANTES

3.3.1 Rígidos

Conforme na NBR 9575 (ABNT, 2010), os impermeabilizantes rígidos, são classificados como conjunto de materiais que não possuem flexibilidade. Para o conceito de rígido ou flexível é importante saber se o material possui movimentação estrutural, pois todos os materiais estão expostos as dilatações e contrações advindas da variação térmica.

A impermeabilização rígida, deve ser optada para locais com pouca ou nenhuma incidência de raios solares. Os sistemas rígidos podem ser aplicados em sistemas de fundações pois estarão em uma camada de subsolo, reservatórios enterrados de água ou outros líquidos, piscinas enterradas, vigas baldrame e muros de arrimo, piso com contato direto com o solo entre outros locais de aplicação similar.

3.3.1.1 Tipos de impermeabilizantes rígidos

Para Soares (2014), o método de impermeabilização rígida é utilizado em locais que estão sujeitos a uma deformação limitada e que estão protegidos com relação a exposição ao sol e variação de temperaturas. Com o surgimento de novos impermeabilizantes rígidos com aplicabilidades específicas para cada local de uma edificação.

- Argamassas Poliméricas

De acordo com o manual técnico da Vedacit (2016), é o conjunto de materiais como agregados minerais, polímero e cimento que após serem adicionados a mistura se tornam um conjunto com propriedades impermeabilizantes. É aplicada em substrato de concreto ou na alvenaria e pode ser utilizada na prevenção ou correção de infiltrações e umidades na construção civil. Atuam de maneira eficiente, tanto em contato direto com a água (pressões hidrostáticas positivas), quanto ao lado oposto da pressão da água.

- Argamassa Impermeável

Segundo Sika (2008), a argamassa impermeável possui o mesmo preparo da argamassa convencional, no entanto, possui o uso de aditivos hidrófugos na água de amassamento, conferindo ao produto propriedades impermeabilizantes que vão reduzir a permeabilidade e absorção por capilaridade da água, devido ao preenchimento da quantidade de vazios do cimento. Segundo Dafico, Ferro e Cavalcante (2005), ao compararem argamassas com os aditivos impermeabilizantes constataram um aumento da resistência a tração.

- Resina Epóxi

Segundo Rocha, Lima e Konagano (2012), as resinas epóxi possuem uma vasta gama de propriedades como baixa viscosidade líquidas podendo ou não terem solventes e possuindo alto ponto de fusão. É um polímero termorrígido com excelente resistência mecânica, química e de isolamento elétrico. A resina epóxi é o sistema de impermeabilização rígida que possui o valor mais elevado, contudo, vale ressaltar que este impermeabilizante possui resistência mecânica, além de ser indicado para locais com exposição química, pois é inerte a muitos agentes químicos. É indicado para reservatórios de produtos químicos, que não possuem grande movimentação, estruturas e tubos metálicos, pois é bastante resistente à oxidação.

3.3.2 Impermeabilizantes Flexíveis

Segundo NBR 9575 (ABNT, 2010), a impermeabilização flexível é o conjunto de materiais de origem natural ou não que possuem a característica de flexibilidade. Possuem a principal característica retirar a porosidade da superfície aplicada.

Os sistemas de impermeabilização flexível são mais adequados para locais onde ocorrem variações térmicas de uma edificação. Na prática os impermeabilizantes flexíveis vão atuar como uma membrana que vai fazer impedir a entrada de água.

3.3.2.1 Tipos de impermeabilizantes flexíveis

Para Vedacit (2006), a área de cobertura de um modo geral são os locais ao qual a ação das intempéries como os raios solares, ação da chuva e vento estão mais ativos. Para esses casos, as argamassas impermeabilizantes ou concretos impermeabilizantes exigem a adição de uma membrana flexível. Os modelos flexíveis podem ser pré-fabricados e moldados no local.

- Manta asfáltica

Para Guarizo (2008) um dos primeiros métodos de impermeabilização foram os de membranas feitas in loco e com o avanço passaram a sofrer a disputa com membranas pré-fabricadas. Segundo Silva, Silva Junior e Holanda (2019), o sistema flexível pré-fabricado, conhecido como manta asfáltica, possui um leque de modelos sendo que os mais usados são as mantas de 3mm e em bobinas de 10m com uma largura de 1 metro. A manta asfáltica é um dos mais comuns e mais conhecidos tipos de impermeabilizantes. Possui em sua composição material asfáltico modificado com poliéster, polietileno, borracha e fibra de vidro (FIBERSALS, 2016).

Segundo Fibersals (2016), o sistema é classificado como pré-fabricado, sua venda é feita em rolos com medidas pré-estabelecidas. Sua aplicação é feita no local da obra moldado à quente. Possui um tempo de vida útil em média de 5 anos e não é tão indicado à exposição do sol, logo é sempre indicado a colocação de uma camada de proteção, como um contrapiso ou outro tipo de revestimento.

- Poliureia

Para Primeaux, Hanson e Scott (2006), a criação da poliureia se deu no ano de 1948, quando pesquisadores estavam fazendo um estudo comparativo entre poliésteres, polietilenos, poliuretanos, poliamida e poliureias, como intuito de comparar as propriedades térmicas, e observaram que a poliureia apresentava boa estabilidade térmica a temperaturas mais elevadas. A criação desse material parte da reação química entre dois elementos, o isocianato e a poliamina.

Segundo Salomão (2016) o sistema impermeabilizante é extremamente flexível chegando a 500% de alongamento, possuindo facilidade para a aplicação em juntas. Possui como principais características a elevada resistência a abrasão e a ataques químicos, ressaltando a alta flexibilidade e a ótima resistência ao puncionamento. Alguns locais não são indicados para a colocação como locais expostos a chuva e ventos fortes. A colocação da manta é indicada somente por profissionais capacitados, pois é um produto muito complexo que não oferta margem de erro em sua colocação.

Para Carvalho (2017), O preparo da superfície deve ser tal que não haja quaisquer resíduos ou pó de material desagregado; se houver defeitos do substrato, tais como buracos, vazios e rachaduras devem ser reparados; após a correção da superfície a mesma deve estar sólida e curada o suficiente para a membrana de poliureia 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. A aplicação de primer a base de resina epóxi é indicada devido ao produto ser resistente a umidade respeitando o consumo de 0,3kg/m², em única camada ou múltiplas camadas, para melhor aderência do revestimento.

O autor ainda diz que a aplicação em ambientes molhados ou úmidos não é recomendada, a menos que o fabricante forneça a documentação que permita a aplicação nestas 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.

A aplicação da manta de poliureia é indicada para ambientes agressivos como pisos industriais, reservatórios e arquibancadas de estádios. O preço do material é mais elevado em comparação aos outros impermeabilizantes e não possui a possibilidade de acabamento, além de geralmente ser ofertado em cor única (SALOMÃO, 2016).

- Sistemas Acrílicos

A origem dos sistemas acrílicos é dada a partir do resultado de uma emulsão de polímeros acrílicos termoplásticos em meio aquoso. Para sua aplicação, indica-se fazer em intervalos com o auxílio de um estruturante como a fibra de poliéster. É um impermeabilizante formulado à base de resinas acrílicas dispersas, sendo indicados para impermeabilização exposta de lajes de cobertura, marquises, telhados, pré-fabricados e outros. Para Pilz (2004) o sistema indicado para locais de alta exposição e de difícil acesso, pois é bastante resistente as

intempéries, além de causar uma reflexã dos raios solares garantido boa isolamento térmica.

Segundo Righi (2009) uma das principais vantagens é que o sistema não necessita de uma camada de proteção mecânica sobre a membrana. Vale ressaltar que os sistemas acrílicos precisam de alguns cuidados para sua aplicação, pois possuem menor resistência a abrasão, logo não são tão indicados para locais onde exista o tráfego de pessoas ou veículos. Outro ponto para ser analisado é a inclinação do local de aplicação para garantir a drenagem da água.

- Poliéster Flexível

Righi (2009) comenta que o sistema é um composto derivado de materiais combinados como a fibra de vidro na forma de fio e manta. O sistema de poliéster flexível é uma membrana pastosa de base acrílica e aplicação a frio que possui um bom cobrimento da superfície. Segundo Moraes (2022) o sistema de impermeabilização em poliéster flexível também consiste em uma membrana estruturada, devido a sua fabricação também se dar in loco com material estruturante.

Para Righi (2009) é indicada a aplicação em locais com pressão hidrostática positiva, em outras palavras, quando a água possui uma infiltração em sentido contrário, ou seja, de dentro da superfície. Para Moraes (2022) uma facilidade na aplicação do poliéster flexível é sua fácil adesão, ou seja, para sua colocação basta uma simples limpeza que a manta pode ser aplicada por cima do piso anterior.

-Mantas líquidas

Manta líquida pode ser classificada como um conjunto de impermeabilização que pode ser aplicado a frio e em camadas. Segundo Vedacit (2016), a aplicação da manta líquida muitas vezes exige mais de uma camada. Vale ressaltar que a medida de m² do material deve ser respeitada. Existem dois tipos bem definidos que são as mantas acrílicas e as mantas asfálticas.

- Manta líquida asfáltica

Segundo Vedacit (2023), a manta líquida asfáltica pode ser aplicada a frio e possui um tempo definido para secagem. Além de possuir mais de uma camada para o produto ter a qualidade indicada, sua aplicação é in loco e pode ser facilmente moldada nos locais onde será colocada. Possui indicações para laje, áreas cobertas entre outros locais. ressaltando que a manta

necessita de um revestimento ou proteção mecânica para garantir uma proteção contra as intempéries.

-Manta líquida asfáltica aderida

Segundo Menezes (2018), mantas asfálticas possuem boa resistência de aderência, no entanto, é necessário garantir uma espessura adequada do material e verificar a presença de estruturante, pois uma interface mais suscetível aos esforços.

Segundo Santos (2021), é comumente o modelo mais utilizado, pois tem diversas aplicações. Pode ser aplicado em lajes de cobertura e em outros locais descobertos, como varandas e até mesmo piscinas. Sua aplicação é dada por meios do maçarico ou mesmo da superfície aquecida.

-Manta líquida asfáltica flutuante

Segundo Acr-tec (2023) a manta asfáltica flutuante possui muitas similaridades com os outros tipos, no entanto ela pode ser aplicada em uma superfície sem aderir a base, somente envolvendo a superfície com essas características. Ela é indicada para locais propensos a grandes deformações, uma das dificuldades é a identificação se está ocorrendo a infiltração de líquidos após a aplicação da manta.

-Manta líquida asfáltica ardosiada

Segundo Araújo e Joffily (2014), a manta asfáltica ardosiada apresenta bons resultados no quesito de controle de temperatura. O estudo levou em análise diversos modelos de mantas asfálticas. Segundo Fibersals (2021) Essa manta possui como característica a face superior revestida com grânulos minerais (grãos de ardósia). Sua aplicação é mais específica, sendo indicado para locais que não possuem movimentação, como cúpulas ou edificações com deformação mínima.

- Manta líquida asfáltica aluminizada

Para Araújo e Joffily (2014), o sistema de impermeabilização em coberturas era executado da seguinte maneira a parte que possuía um isolamento térmico era a primeira a ser colocada, após isso, era colocado a camada impermeabilizante. Ainda sobre os autores, a utilização de um “sistema invertido”, ou seja, primeiro a camada térmica e na sequência uma

camada impermeabilizante só poderia ser possível com o surgimento de novos materiais, a manta asfáltica aluminizada foi desses novos materiais.

Segundo Fibersals (2021) a manta asfáltica aluminizada é um composto bastante utilizado quando o intuito é a isolamento térmica, possui na sua composição a adição de uma camada de alumínio, é indicada para telhados e outros locais onde não vá existir a movimentação, além disso possui a característica autocolante e pode ser adicionada juntamente do asfalto.

- Manta líquida acrílica

Mantas líquidas acrílicas segundo Vedacit (2023) não possuem emendas e possuem uma aplicação a frio e podem ser moldadas no local. Tem uma capacidade de se associar ao local empregado, possuindo uma ótima elasticidade, flexibilidade e aderência a superfície empregada. Além disso, possui uma ótima durabilidade podendo ficar exposta aos agentes externos, como raios solares, ventos entre outras intempéries.

3.3.3 *Material asfáltico*

Segundo a Vedacit (2023), manta asfáltica é um sistema onde existe uma modificação por meio da adição de polímeros e elastômeros que conferem uma característica de flexibilidade e elasticidade ao material.

Para Silva, Vieira, Galli e Donatoni (2003), as mantas asfálticas são de fácil aplicação e amplamente conhecidas na construção civil, ressaltando a importância de um bom projeto de impermeabilização para garantir a eficiência do material. O balanceamento de asfalto e polímeros é o fator que mais influi no desempenho das mantas. Os principais compostos empregados são elastoméricos (SBS, estireno-butadieno-estireno) e plastoméricos (APP, polipropileno atático).

3.3.4 *Poliuretano*

Segundo Iizuka (2001) o poliuretano possui ótimas características como: boa aderência a diversos materiais, impermeabilidade, resistência à compressão e cisalhamento, isolamento acústico, boa durabilidade entre outros fatores. O poliuretano é um polímero conhecido mundialmente para a criação de alguns objetos como esponjas, mantas, espumas e similares. É conhecido pela sigla (PU), e possui uma aplicação na construção civil como material impermeabilizante. Possui uma maior resistência e também pode ser moldado para possuir uma espessura menor que os demais polímeros.

Segundo Fibersals (2021) para a aplicação é necessária uma limpeza da superfície, pois o substrato deve estar livre de detritos, sujeiras ou pós que possam atrapalhar a fixação da membrana ao substrato. Em seguida vem a aplicação do primer, material bicomponente, ou seja, é preciso misturar a resina com o catalizador conforme as instruções do fabricante. Essa mistura muitas vezes libera uma quantidade de calor advinda de uma reação exotérmica. Depois da mistura existe um tempo limite para a aplicação da mistura pois o material começara a ficar rígido; geralmente o período de cura é entre 4 a 6 horas e a quantidade de demãos é entre 3 a 4 respeitando a variação de especificações de fabricante para fabricante.

3.3.5 Materiais analisados

Os impermeabilizantes adquiridos para a análise possuem a seguinte constituição:

O Imperverg RQI 132M é um impermeabilizante caracterizado como *poliuretano* conforme o item 3.3.4 específica, que possui o aditivo natural do óleo de mamona. Sua mistura se dá por meio de uma reação exotérmica, ou seja, libera calor. Sua aplicabilidade é de fácil manuseio se atentando apenas ao período de cura do material que já começa com cerca de 30 minutos.

O impermeabilizante Coverprime também é caracterizado como *poliuretano* conforme o item 3.3.4 específica, no entanto não possui uma liberação de calor

O Tecryl D3 possui como base os impermeabilizantes de manta líquida, caracterizado por uma aplicação a frio e podem ser moldadas no local.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Com intuito de alcançar os objetivos propostos, no presente trabalho foram utilizados três produtos impermeabilizantes: um impermeabilizante a base de poliuretano vegetal originado do óleo de mamona e dois impermeabilizantes com características similares de base polimérica e acrílica mais vendidos no mercado:

- IMPERVERG RQI 132 M (Base poliuretano vegetal - óleo de mamona):

Segundo a ficha técnica do fabricante, o Imperveg (2022) RQI 132 M é uma resina impermeabilizante a base de poliuretano vegetal (originado do óleo de mamona), bicomponente, 100% sólido (isento de solventes), que forma sobre a superfície na qual foi aplicada uma membrana monolítica, de excepcional estabilidade físico-química, elasticidade, impermeabilidade e aderência em materiais porosos como concreto e argamassa, madeira e fibra de vidro.

A aplicação do produto ocorre da seguinte maneira: o Imperveg RQI 132 M é fornecido em dois componentes (A + B) (Figura 1), devem ser misturados na proporção de 1:2 (uma parte do componente A + duas partes do componente B, em volume respectivamente). Após a mistura o tempo de aplicabilidade é de 20 minutos. Ultrapassando esse tempo a resina entra no ponto de gel dificultando a aplicação do material, gerando conseqüentemente perdas. É recomendado inicialmente a mistura de pequenas quantidades, exemplo: 0,5 litro do componente A + 01 litro do componente B. As demãos devem ser aplicadas quando a membrana estiver seca ao toque. Este tempo varia em torno de duas horas, dependendo da temperatura ambiente.

O tempo máximo entre demãos é de duas horas, sendo que a polimerização total ocorre em seis horas (reação total). Caso seja aplicada alguma demão após o período de seis horas haverá o comprometimento da aderência de uma camada sobre a outra, ocorrendo a delaminação. A superfície deve estar seca, limpa e isenta de contaminantes no momento da aplicação. Não aplicar o produto em superfícies úmidas ou em dias chuvosos. Superfícies novas ou antigas devem ser hidro jateadas, regularizadas ou imprimadas com argamassa cimentícia utilizando na água de amassamento adesivo polimérico a base de látex ADEPOL. Trincas e juntas de concretagem (juntas frias) devem ser previamente tratadas, cantos vivos e arestas arredondadas.

Figura 1 - Produto impermeabilizante bicomponente RQI 132 M.



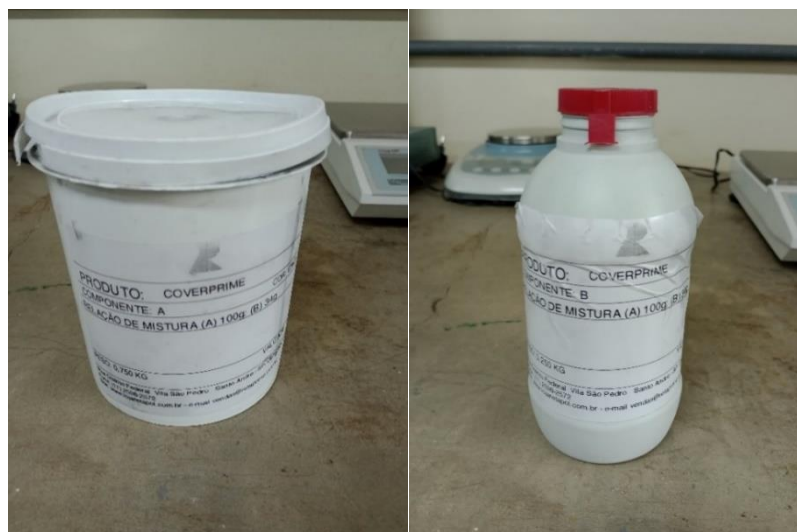
Fonte: Autoria própria (2022).

- COVERPRIME (Base poliuretano bicomponente)

Segundo Retaprene (2022), Coverprime é uma resina de poliuretano bicomponente indicada para impermeabilizar lajes, piscinas, tanques, estações de tratamento de água, paredes etc. Com a aplicação de Coverprime, o cliente tem acesso ao material de alta qualidade, elasticidade, resistência à ruptura e abrasão. O ambiente torna-se muito mais seguro contra infiltrações, pois ele infiltra nas trincas e furos do substrato, assegurando o fim dos vazamentos.

Conforme o manual disponibilizado por Retraprene (2022), a sua aplicação manual ocorra da seguinte forma: adicionar toda a embalagem do componente B à embalagem do componente A (Figura 2). Com auxílio de um mix acoplado a furadeira misturar por cerca de dois minutos os componentes adicionados à mesma embalagem. Tendo certeza de que todo o substrato esteja totalmente limpo e seco, o produto deve ser aplicado com auxílio de um rolo de pintura (lã de carneiro) para baixas espessuras e/ou espátula dentada para espessuras maiores.

Figura 2 - Produto impermeabilizante bicomponente Coverprime.



Fonte: Autoria própria (2022).

- TECRYL (Base Acrílica)

A partir da ficha técnica do fabricante Tecryl (2021), é um produto impermeabilizante flexível de base acrílica, aplicável a frio que já vem pronto para uso, eliminando a utilização de maçaricos e caldeiras. Não apresenta qualquer emenda na sua totalidade, não havendo, portanto, a existência de pontos fracos ou vulneráveis. É produzido dentro dos mais altos padrões de qualidade e quando aplicado, forma uma manta impermeabilizante de grande aderência, excelente estabilidade térmica e de grande resistência à ação dos raios ultravioletas. Após a cura forma uma manta elástica, flexível, suportando eventuais solicitações estruturais, em juntas de dilatação e fissuras. Devido as suas qualidades técnicas, tem sido utilizado nas mais diversas áreas onde as tradicionais mantas tomaram-se ineficazes, conciliando baixo custo, praticidade de aplicação, alta performance e durabilidade.

Segundo Tecryl (2021), o produto (Figura 3) deve ser aplicado da seguinte maneira: é realizado a homogeneização com o misturador mecânico ou manual e aplicado com trincha, rolo de lã de carneiro ou pincel, de 2 a 4 demãos cruzadas (1 a 2 kg por m²). Intervalo de tempo entre as demãos está ligado às condições de intemperismo do local. Normalmente, o intervalo entre camadas é de 30 a 40 minutos em dias arejados. Não é indicada a aplicação em dias chuvosos, exceto em áreas cobertas, resguardando o tempo entre a aplicação e as demãos seguintes devido à secagem do produto que será mais demorada.

Figura 3 - Produto impermeabilizante Tecryl.



Fonte: Autoria própria (2022).

- Agregado miúdo (areia): selecionada a areia no campus Cajazeiras. Ela passou por um processo de peneiramento e retirada de matéria orgânica por meio de lavagem. Logo após a areia foi colocada na estufa a 105°C, até está completamente seca como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Amostra utilizada.



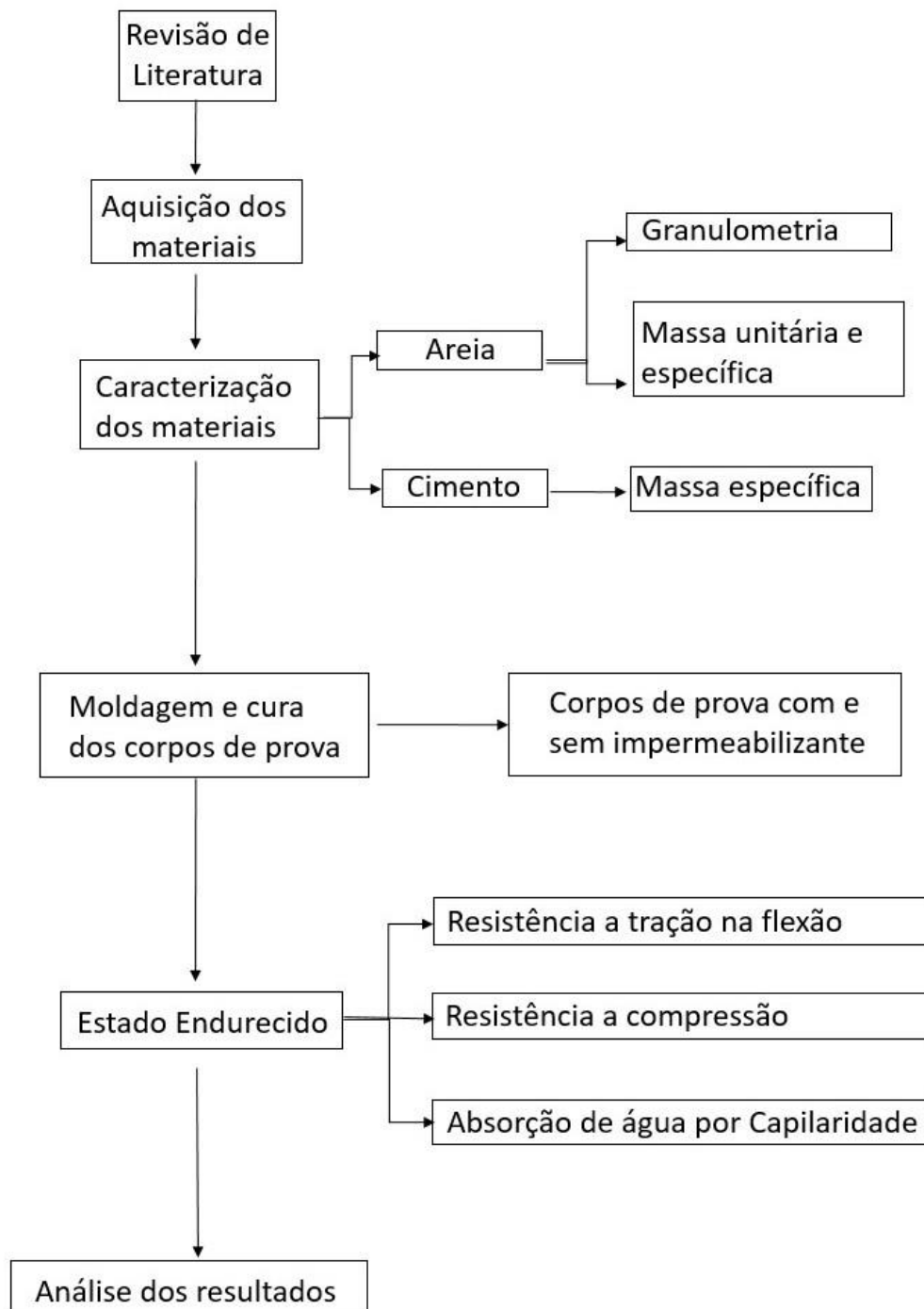
Fonte: Autoria própria (2022).

- Aglomerante: Cimento Portland CP II Z 32, devido o aditivo pozolana ser o mais comum na região Nordeste.
- Água: proveniente da rede de abastecimento do município.

4.2 MÉTODOS

A execução dos procedimentos seguiu a sequência demonstrada na Figura 5.

Figura 5 - Fluxograma das atividades desenvolvidas.



FONTE: Autoria própria (2023).

-Aquisição dos Materiais

O aglomerante foi obtido pela compra do mesmo em loja de materiais de construção em Cajazeiras-PB, assim como o produto impermeabilizante Tecryl D3.

O produto impermeabilizante Imperverg RQI 32M foi doado pela empresa que o fábrica após a solicitação do mesmo para o estudo.

O Coverprime foi comprado em lojas online devido não ter na região e possuir características similares aos outros, sendo uma boa opção para comparação.

4.2.1 Ensaios realizados

-Ensaio de determinação da densidade e da absorção de água

Para dar início à uma série de ensaios, primeiramente precisou-se conhecer a areia e o aglomerante utilizados na constituição da argamassa.

Um dos primeiros parâmetros é o ensaio de absorção de água feito conforme a NBR 16916 (ABNT, 2021) que estabelece o método para determinação da densidade na condição seca, na condição saturada superfície seca e da absorção de água de agregado miúdo, aplicando os dados obtidos na fórmula:

$$y = \frac{500}{l-v_A} \quad (1)$$

Onde:

y é a massa específica, expressa em (g/cm³);

l = medida obtida do volume de areia, expressa em (cm³);

v_A = volume de água, expressa em (cm³)

Para o aglomerante o ensaio foi realizado conforme a NBR 16605 (ABNT, 2017). Esta norma estabelece o método para determinação da massa específica de cimento Portland e outros materiais em pó, por meio do frasco volumétrico de Le Chatelier. Os cálculos são semelhantes ao da massa específica da areia, alterando a massa do aglomerante e o solvente utilizado no ensaio. Para areia é água e para cimento querosene para não ter reação.

$$y = \frac{60}{l-v_A} \quad (2)$$

Onde:

y é a massa específica, expressa em (g/cm³);

l = Leitura do frasco de Le Chatelier, expressa em (cm³);

v_A = volume inicial de querosene, expressa em (cm³)

-Ensaio de massa unitária

A massa unitária foi determinada segundo a NBR 16972 (ABNT, 2021). Selecionou-se um recipiente com uma medida volumétrica conhecida, logo após, a areia foi depositada no recipiente com uma altura referencial do topo do recipiente tendo cuidado para a distância não interferir na compactação da areia. Após o preenchimento total do recipiente pela areia, a borda foi nivelada com a superfície superior do recipiente e realizada a pesagem, assim, obtendo todos os dados necessários para o cálculo do resultado.

Figura 6 - Recipiente utilizado e com areia no ensaio de determinação de massa unitária.



Fonte: Autoria própria (2022).

O volume já é conhecido, logo, foi aplicado na seguinte fórmula para a determinação da massa unitária:

$$\mu = \frac{M}{v} \quad (3)$$

Onde:

μ é a massa unitária, expressa em (g/cm³)

M é a massa média das amostras de areia, expressa em (g)

V é o volume do recipiente medidor, expresso em (cm³)

-Ensaio de granulometria

Para o ensaio de granulometria foi realizado o beneficiamento do agregado miúdo (areia) mediante peneiramento deles na malha de 2,4 mm, sendo utilizado na produção da argamassa, a porcentagem passante nesta peneira. Para a realização do ensaio de acordo com a

NBR 17054 (ABNT, 2022), são necessárias as peneiras que vão desde 4,75mm a 0,15mm. Inicialmente é colocado uma amostra de 500 g da areia nas peneiras conforme a (Figura 7). Após o ensaio verifica-se a porcentagem retida em cada peneira para obter os resultados e a curva granulométrica.

Figura 7 - Amostra de areia e peneiras utilizadas.



Fonte: Autoria própria (2022).

-Ensaio do índice de Consistência de argamassa.

O ensaio foi realizado conforme a NBR 13276 (ABNT, 2016). A norma especifica um método de determinação do índice de consistência da argamassa a ser utilizado na realização de ensaios necessárias para caracterização do material. Foi utilizando um traço 1:3 (uma parte de cimento e três de areia) na composição da argamassa e colocado no misturador como mostra a Figura 8. Logo após a mistura é colocada no recipiente de realização do ensaio (Figura 9) em três camadas e compactadas com 15, 10 e 5 golpes respectivamente, em seguida, desformado na *float table*, por fim sendo executado 30 golpes (Figura 10) e retirada a medida do diâmetro de espalhamento da argamassa.

O processo foi repetido algumas vezes, aumentando a quantidade de água, até a obtenção de um fator água-cimento que proporcione a mistura um diâmetro de 260 +/- 5 mm. A medida requerida foi alcançada com o fator a/c (água/cimento) de 0,66.

Figura 8 - Preparação da argamassa no misturador.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 9 - Processos de realização do ensaio de consistência.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 10 - Antes e depois dos trinta golpes na *float table*.



Fonte: Autoria própria (2022).

-Moldagem e cura dos corpos-de-prova

Com base na NBR 13279 (ABNT, 2005) foram moldados corpos de provas prismáticos de dimensões 4 cm x 4 cm x 16 cm, sendo três corpos-de prova referência e outros três para cada produto impermeabilizante utilizado em cada ensaio realizado (todos composto somente por cimento, água e areia). Foram realizados três ensaios, totalizando vinte e quatro corpos de prova, doze para ensaios de capilaridade e doze para ensaios de resistência, sendo que, os doze utilizados no ensaio de tração na flexão são os mesmos (suas metades) no de compressão.

Os corpos de prova foram preparados com argamassa composta com o traço 1:3 de uma parte de cimento(CP-II-Z-32) e três de areia média peneirada (previamente seca em estufa) e com relação água/cimento de 0,66 determinada através da NBR 13276 (ABNT, 2016).

A argamassa foi preparada utilizando um misturador mecânico e compactada manualmente em um molde com auxílio de um soquete (Figura 11). Todos os equipamentos e procedimentos atendendo a norma.

Figura 11 - Moldagens dos corpos de prova.



Fonte: Autoria própria (2022).

Após 24 horas, os corpos-de-prova foram desmoldados e submetidos à cura úmida em água saturada de cal até completarem 28 dias.

-Ensaio da determinação da absorção de água por capilaridade

Após o período de cura e retirados da água, foram submetidos a estufa a 105°C (Figura 12), conforme à NBR 9779 (ABNT, 2012). Os corpos de prova foram pesados a cada 24 horas para verificar se já estavam secos, até que a diferença entre cada pesagem fosse inferior a 0,5%.

Figura 12 - Estufa fechada e aberta com os corpos-de-prova.



Fonte: Autoria própria (2023).

Assim que devidamente secos, foi aplicado nas superfícies dos corpos-de-prova os produtos impermeabilizantes conforme as fichas técnicas, onde ficaram armazenados no laboratório no processo de cura dos produtos por dois dias conforme as especificações dos fabricantes (Figura 13).

Figura 13 - Corpos de prova secos com produtos impermeabilizantes.



Fonte: Autoria própria (2023).

Antes da imersão parcial na água é verificada a sua massa inicial M_0 de cada corpo-de-prova. Após colocados em contato com a água é determinada a M_1 e M_2 (novas massas após a absorção por capilaridade em 10 e 90 minutos, respectivamente).

Os corpos-de-prova foram submetidos a imersão parcial a água, posicionados sobre suportes, evitando o contato com o fundo do recipiente, assim permitindo apenas o contato livre entre a face inferior e a água, onde a água foi mantida no nível constante de 5 mm acima da face inferior dos corpos-de-prova (Figura 14).

Figura 14 - Corpos de prova em imersão parcial na água.



Fonte: Autoria própria (2023).

A absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade dos corpos-de-prova foram calculados seguindo a norma NBR 15259 (ABNT,2005), com as seguintes equações:

Para a absorção de capilaridade:

$$A_t = \frac{m_t - m_o}{16} \quad (4)$$

Onde:

A_t é absorção de água por capilaridade, para cada tempo, aproximada ao centésimo mais próximo, em gramas por centímetro quadrado;

m_t é a massa do corpo-de-prova em cada tempo, aproximado ao centésimo mais próximo, em gramas;

m_o é a massa inicial do corpo-de-prova, em gramas;

t corresponde aos tempos de 10 min e 90 min, em segundos;

16 é a área do corpo-de-prova, em centímetros quadrados.

Segundo a NBR 15259 (ABNT, 2005), por definição, o coeficiente de capilaridade é igual ao coeficiente da reta que passa pelos pontos representativos das determinações realizadas aos 10 min e aos 90 min, considerando-se como:

-Abscissa: a raiz do tempo, em minutos;

-Ordenada: a absorção da água por capilaridade, em gramas por centímetro quadrado.

O coeficiente de capilaridade assim definido é aproximadamente igual ao valor médio das diferenças de massa aos 10 min e aos 90 min.

Sendo assim, para o coeficiente de capilaridade:

$$C = (m_{90} - m_{10}) \quad (5)$$

onde:

C é o coeficiente de capilaridade, em gramas por decímetro quadrado pela raiz quadrada de minuto ($\text{g}/\text{dm}^2 \cdot \text{min}^{1/2}$)

4.2.1 Ensaio de resistência à tração na flexão e compressão

No ensaio de resistência, os corpos-de-prova referência foram rompidos após a cura de 28 dias de sua desforma, sendo submetidos a tração e compressão conforme a NBR 13279 (ABNT, 2005). Os demais com os impermeabilizantes aplicados em suas superfícies passaram pelo processo de rompimento assim que os produtos estavam devidamente secos, ressaltando que foi necessário adaptar os equipamentos para realização do ensaio de tração na flexão como mostram as Figuras 15, 16 e 17.

Figura 15 - Corpos de prova, prensa hidráulica e equipamentos adaptados para os ensaios.



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 16 - Corpos de prova rompidos no ensaio de tração na flexão.



Fonte: Autoria própria (2023).

Utiliza-se as metades dos corpos-de-prova rompidos no ensaio de tração na flexão no ensaio de resistência à compressão. A medida da sua área desconhecida de cada metade foi coletada para o cálculo, para então o rompimento na prensa hidráulica (Figura 15) e obtenção da resistência.

Figura 17 - Corpos de prova rompidos no ensaio de compressão.



Fonte: Autoria própria (2023).

5 RESULTADOS E ANÁLISES

5.1 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DE MASSA ESPECÍFICA

A partir dos resultados da realização do ensaio de determinação de absorção de água conforme a NBR 16916 (ABNT, 2021), os dados obtidos foram aplicados na seguinte fórmula:

$$y = \frac{500}{l-v_A} = \frac{500}{391-200} = 2,62 \text{ g/cm}^3 \quad (1)$$

Após a substituição dos valores, chegou-se à densidade na condição saturada da areia, após a coleta dos valores e substituição na fórmula chegamos ao valor de 2,62g/cm³, classificando-a como areia média.

Para o aglomerante conforme a NBR 16605 (ABNT, 2017), sua massa específica foi:

$$y = \frac{60}{l-v_A} = \frac{60}{20,7-0,3} = 2,94\text{g/cm}^3 \quad (2)$$

5.2 ENSAIO DE MASSA UNITÁRIA

Com a massa conhecida, faz-se o valor médio entre os três ensaios, onde foi obtido os seguintes valores respectivamente:

$$M_1 = 15770\text{g}$$

$$M_2 = 15870\text{g}$$

$$M_3 = 15810\text{g}$$

Logo, o $M_{\text{méd}}$ será:

$$M_{\text{méd}} = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{3} \quad (6)$$

Onde:

$M_{\text{méd}}$ é a média das massas obtidas, expressa em (g)

Substituindo os valores, teremos:

$$M = \frac{15770 + 15870 + 15810}{3} = 15816,67\text{g}$$

$$V = 10238,7 \text{ cm}^3$$

Portanto a massa unitária é dada pela seguinte fórmula:

$$\mu = \frac{M}{v} = 1,54 \text{ g/cm}^3 \quad (3)$$

5.3 ENSAIO DE GRANULOMETRIA

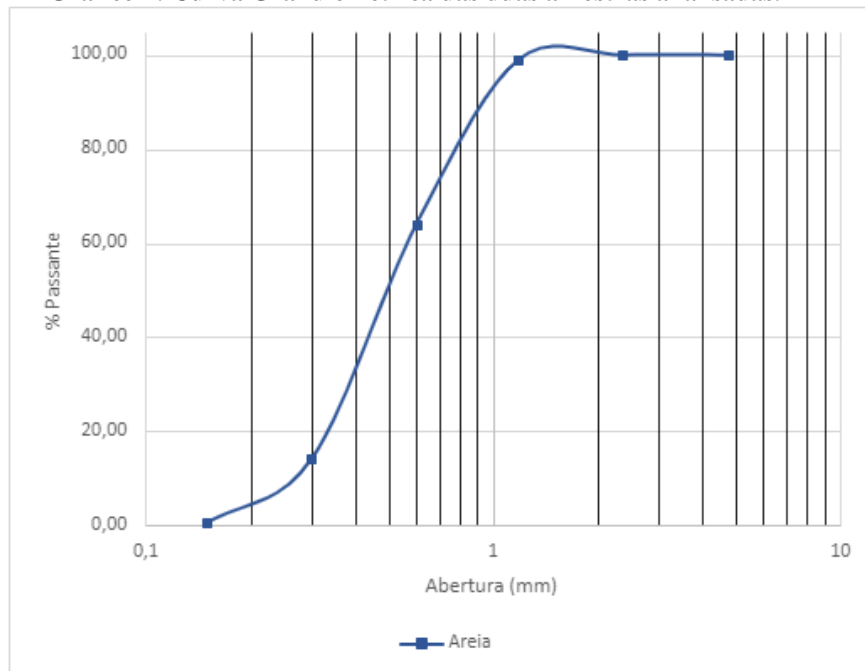
A Tabela 1 apresenta os dados coletados das duas amostras de areia no ensaio de granulometria.

Tabela 1: Ficha para o ensaio de granulometria

Tabela de Granulometria									
Peneiras (mm)	Massa Retida - Amostra 1 (g)	Massa Retida Acumulada - Amostra 1 (g)	Massa Retida - Amostra 2 (g)	Massa Retida Acumulada - Amostra 2 (g)	Massa Retida média (g)	Massa Retida média acumulada (g)	Porcentagem em retida (%)	Porcentagem Retida acumulada (%)	Porcentagem passante (%)
								0	
								0	
4,75	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	100,00
2,36	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	100,00
1,18	6,95	6,95	3,80	4	5	5	1,08	1,08	98,93
0,6	180,72	187,67	169,72	174	175	181	35,04	36,12	63,88
0,3	246,9	434,57	251,10	425	249	430	49,80	85,92	14,08
0,15	62,72	497,29	72,18	497	67	497	13,49	99,41	0,59
Fundo	2,71	500	3,20	500	3	500	0,59	100,00	0,00
								Módulo de finura	2,23

Fonte: Autoria própria (2023).

Gráfico 1: Curva Granulométrica das duas amostras analisadas.



Fonte: Autoria própria (2023).

Módulo de finura é soma das porcentagens retidas acumuladas em massa de agregado, em todas as peneiras da série normal, dividida por 100. Analisando os resultados concluiu-se

que a areia com um módulo de finura de 2,23, é classificada como areia média, já que está no intervalo de 2,20 a 2,90.

5.4 ENSAIO DO ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA DE ARGAMASSA.

A Tabela 2 mostra os resultados obtidos nos ensaios até chegar nos requisitos da NBR 13276 (ABNT, 2016).

Tabela 2: Tabela de valores do ensaio de consistência.

Medidas do ensaio de Consistência	
Fator a/c	Medida (mm)
0,48	200
0,55	230
0,60	245
0,66	260

FONTE: autoria própria (2023)

A partir do primeiro resultado, os processos do ensaio foram repetidos conforme havia adição na quantidade de água. Até obtenção de um fator água-cimento que proporcione a mistura um diâmetro de 260 +/- 5, que foi alcançado com o fator a/c de 0,66 (resultado da relação peso da água sobre o peso do cimento), esse fator está relacionando a trabalhabilidade da argamassa que estando com as quantidades de água e cimento correta facilitam a utilização da mistura.

5.5 ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE

Após realizar o ensaio, os dados obtidos foram aplicados nas equações (4) para absorção por capilaridade e (5) para o índice de capilaridade, resultando nas médias na Tabela 3 e no Gráfico 2.

Tabela 3: Ensaio de Capilaridade nos corpos de prova prismáticos.

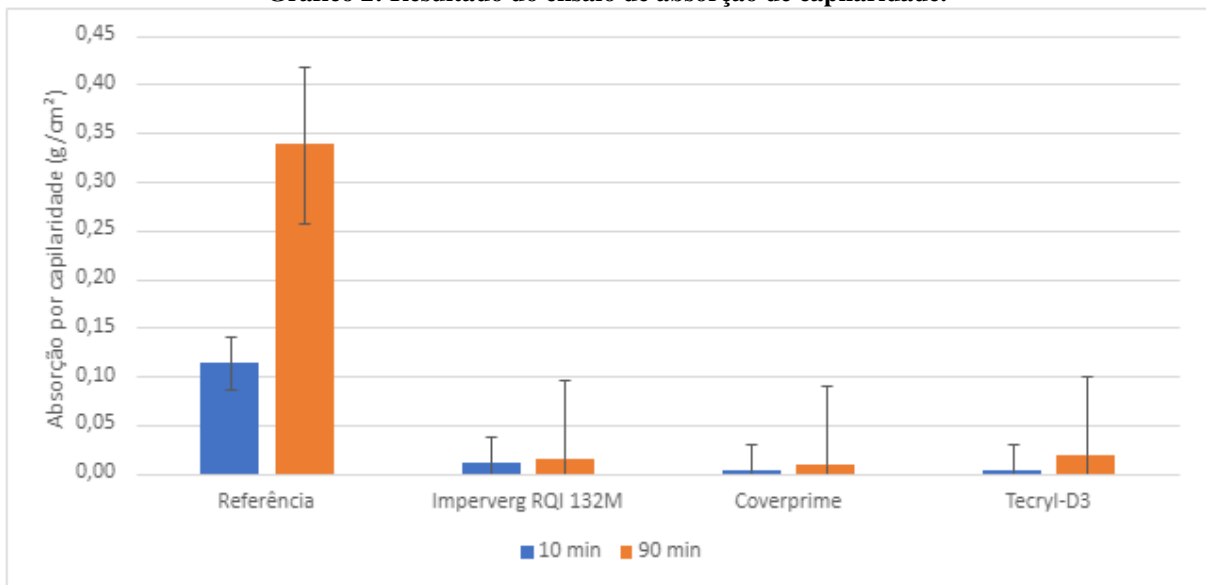
Absorção por Capilaridade						
Imperm.	Massa méd Inicial (g)	Massa 10 min (g)	Massa 90 min (g)	Absorção 10 min (g/cm ²)	Absorção 90 min (g/cm ²)	Coefficiente de Capilaridade
Referência	495,22	497,05	500,63	0,11	0,34	3,58
Imperverg Rqi 132 m	502,66	502,83	502,89	0,011	0,015	0,06
Coverprime	510,74	510,78	510,89	0,003	0,009	0,11
Tecryl-D3	503,80	503,84	504,11	0,002	0,019	0,27

Fonte: autoria própria (2023).

Conforme NBR 15259 (ABNT, 2005), o coeficiente de capilaridade é definido como aproximadamente igual ao valor médio das diferenças de massa aos 10 min e aos 90 min. Logo, a amostra que possui a menor diferença entre as massas será a mais eficiente no quesito impermeabilização.

A partir dos resultados obtidos, a amostra de referência apresentou um coeficiente de 3,58, devido a porosidade da argamassa, com isso a função dos impermeabilizantes é diminuir o valor desse coeficiente. Como foi o caso do Imperverg RQI 32M, que teve o melhor resultado com um coeficiente de 0,06, ou seja, ele possui a menor diferença de massas, resultando no impermeabilizante que possibilitou a melhor proteção contra a permeação de água nos corpos-de-prova com o passar do tempo. Em seguida do Coverprime com um coeficiente de 0,11 e o Tecryl 0,27.

Gráfico 2: Resultado do ensaio de absorção de capilaridade.



Fonte: autoria própria (2023).

Segundo Segundo Bertolini (2016), o uso do impermeabilizante age como uma forma de proteção para a permeação de água, visto que na construção civil a maioria dos materiais possui porosidade em um nível que a água pode efluir sobre as camadas do material. Contudo, a correta análise e determinação de materiais impermeabilizantes são de suma importância no cenário da construção civil.

Ao analisar os resultados ficou nítida a evolução na absorção de água por capilaridade na amostra de referência. Conforme o tempo passou, o teor de absorção aos 10 minutos foi de 0,11g/cm² e aos 90 foi de 0,34g/cm². A coleta de dados aos 10 minutos mostrou que o impermeabilizante Tecryl obteve o melhor resultado 0,002g/cm², seguido do Coverprime de 0,003g/cm² e Imperverg 0,011g/cm². Aos 90 minutos a coleta dos dados mostrou um leve aumento. O Coverprime obteve o melhor índice de 0,009g/cm², seguido do Imperverg com 0,015 g/cm² e Tecryl 0,019 g/cm² a qual foi a maior discrepância de valores. Portanto, vale ressaltar que analisando a coleta de dados nos dois períodos o Coverprime obteve o melhor resultado seguido do Imperverg.

Sendo assim, com os resultados dos ensaios constatou-se que a aplicação dos produtos impermeabilizantes diminuiu drasticamente a absorção de água por capilaridade dos corpos prismáticos. Com isso, conclui-se que a prática do processo de impermeabilização tem como objetivo a diminuição da absorção de água, já que os materiais que constituem os impermeabilizantes possuem uma porosidade menor em comparação com a água (BERTOLINI, 2016).

A análise mostrou que o Coverprime aos 10 minutos obteve o valor de 0,003 g/cm² e teve um aumento para 0,009 g/cm². Ele foi o impermeabilizante com menor coeficiente entre os analisados no ensaio. O Tecryl possuiu o menor valor aos 10 minutos, porém aos 90 minutos ele foi o produto que mais absorveu água chegando a um coeficiente de 0,019 g/cm². O Imperverg aos 10 minutos possui o pior valor de 0,011 g/cm², entretanto, aos 90 minutos ele mostrou a menor taxa de absorção entre os impermeabilizantes estudados, com um índice de 0,015 g/cm², ou seja, ele foi o que menos absorveu água proporcionalmente com a primeira medição.

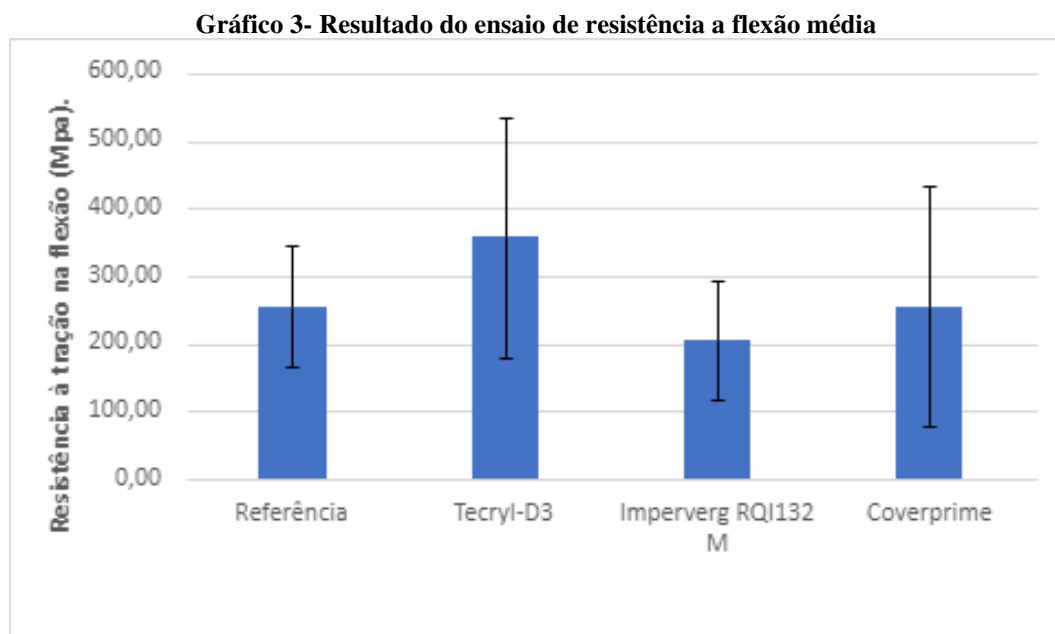
Segundo Imperverg (2021) o RQI 132M possui boa aderência e confere um isolamento do material impermeabilizado. Conforme Retaprene (2023), o Coverprime confere um acabamento impermeável devido as propriedades de flexibilidade o impermeabilizante acompanha a dilatação das superfícies, além de realizar um excelente bloqueio contra a penetração de água, microrganismos e agentes contaminantes.

Conforme afirma Iizuka (2001), os impermeabilizantes a base de poliuretano incorporam características como: boa aderência, durabilidade, resistência, alto rendimento e impermeabilidade, conseqüentemente criando uma camada que barra a permeabilidade da água na superfície aplicada.

5.6 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO NA TRAÇÃO E COMPRESSÃO

5.6.1 Resistência à tração na flexão

O Gráfico 3 apresenta os valores do ensaio de resistência à flexão na tração.



Fonte: Autoria própria (2023).

A partir da análise dos dados, vale ressaltar que a prensa do IFPB Campus Cajazeiras possui o intervalo de força de 153,22 Kgf /s o que foge da norma, pois a NBR 13279 (ABNT, 2005) sugere uma prensa que possua o valor de 50N/s +/-10N/s. Dito isso, após a realização dos ensaios e comparando com os corpos-de-prova referência, verificou-se que a aplicação dos produtos impermeabilizantes na superfície dos corpos-de-prova teve pouca ou nenhuma influência na resistência a flexão. A superfície impermeabilizada não influenciou na resistência a tração na flexão dos corpos de prova com 28 dias de cura.

Segundo Balbo e Albuquerque (2013) integrados do aglomerante cimento como concretos e argamassas são retratados na literatura como material que possui pouca resistência na flexão. Ademais Balbo ressalta que as medidas dos corpos de prova influenciam nos resultados. Outro fator que corrobora com a afirmação são os ensaios de força monodirecional o que é o caso da NBR 13279 (ABNT, 2005) onde também irá influenciar em um baixo valor aferido.

Dessa forma, ressaltando as características dos materiais cimentícios, a qual não oferecem bons resultados a esforços de tração na flexão. Apesar da adição da espessura do material impermeabilizante no qual confere propriedades de flexibilidade e resistência aos

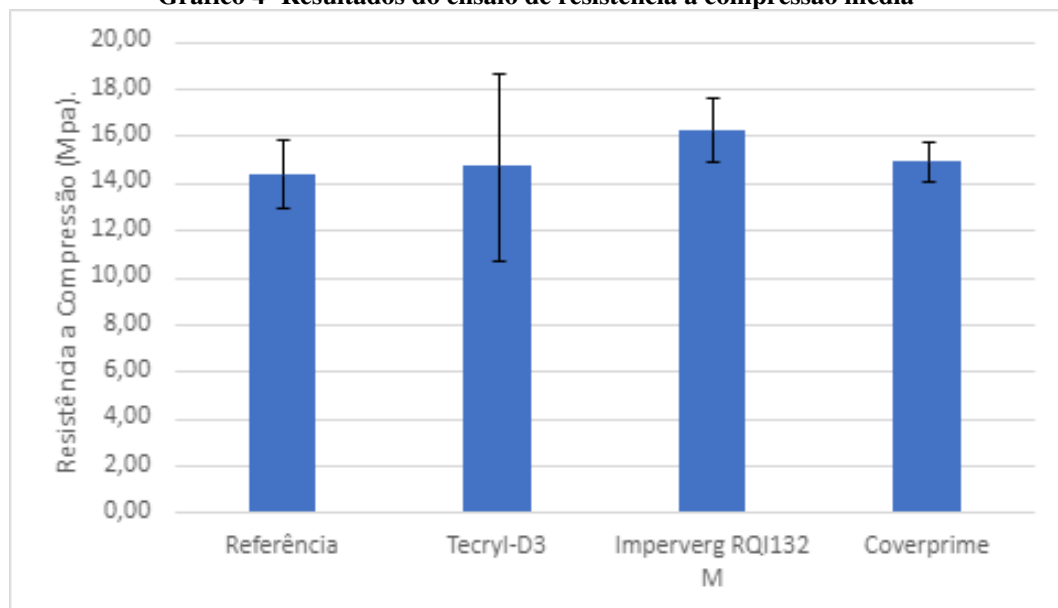
esforços solicitados, a contribuição é mínima, logo a adição dessas características não foram suficientes para ser notada nos resultados do ensaio.

5.6.2 Resistência à compressão

Para o ensaio de resistência a compressão foram utilizadas as metades dos corpos de provas utilizados anteriormente no ensaio de tração na flexão. Logo, para o ensaio teve os seguintes resultados.

O Gráfico 4 apresentam os valores do ensaio de resistência a compressão.

Gráfico 4- Resultados do ensaio de resistência a compressão média



FONTE: autoria própria (2023).

Analisando os resultados obtidos no ensaio de resistência a compressão, nota-se que os corpos de provas de referência possuíram um resultado inferior aos demais com adição de impermeabilizantes. Segundo Tecryl (2023) o produto confere uma manta impermeabilizante, elástica e flexível contribuindo em eventuais solicitações estruturais. O Tecryl D3 em comparação com o corpo-de-prova de referência, mostrou um ganho de resistência de 2,15%. Para Imperverg (2021) as superfícies tratadas com este produto apresentam uma membrana flexível e resistente que possui uma alta durabilidade.

O imperverg RQI 132M teve um aumento de 12,99% na resistência a compressão. Conforme Vedaprene (2023) em superfícies de vedação e estruturais a utilização do Coverprime, devido possuir uma base de poliuretano, proporcionando uma alta durabilidade e resistência a rupturas. O Coverprime teve um ganho de resistência de 3,75 %.

Portanto a análise dos resultados conforme NBR 13279 (ABNT, 2005) mostrou que o ganho de resistência foi mínimo, levando em consideração que o rompimento dos corpos de prova ocorreu três dias após completarem vinte e oito dias de cura, dividido ao tempo de secagem dos mesmos e dos impermeabilizantes.

Segundo Siqueira (2004), o uso do poliuretano para a fabricação de blocos estruturais contribui com a resistência a compressão até determinadas quantidades de adição do material. Dessa forma, os impermeabilizantes bicomponentes mostraram um resultado superior e um dos motivos foi a espessura natural dos próprios materiais. A aplicação da camada aumentou a área de contato dos corpos-de-prova, além das características do material adicionarem propriedades de flexibilidade e elasticidade oriunda da sua matéria prima, contribuindo com a resistência.

6 CONCLUSÃO

A partir dos diversos estudos realizados sobre os impermeabilizantes, mostrou-se essencial ressaltar a importância destes produtos e verificar sua eficiência quando associados a argamassa de assentamento e revestimento, em relação a resistência a compressão e flexão na tração e a absorção por capilaridade. A análise dos resultados obtidos é importante para ser feita a comparação dos diversos tipos de produtos disponíveis. Existem uma grande diversidade de tipos e modelos de impermeabilizantes no mercado. O estudo trouxe o foco com impermeabilizantes de origem natural e sintética, portanto o trabalho possui alguns pontos necessários a se fazer menção, como:

A análise dos resultados nos ensaios de propriedades mecânicas mostrou que o ganho de resistência no ensaio de compressão foi mínimo. Vale ressaltar que os impermeabilizantes bicomponentes mostraram um resultado superior e um dos motivos foi a espessura natural dos próprios materiais que conseqüentemente aumentou a área de contato do corpo de prova, além dos impermeabilizantes adicionarem aos corpos de prova características de flexibilidade e elasticidade oriunda da sua matéria prima de origem.

Conforme a análise dos resultados dos corpos-de-prova de referência comparados aos demais com a adição dos impermeabilizante no ensaio de flexão na tração, mostrou que a aplicação dos impermeabilizantes trouxe nenhuma ou mínima contribuição para o ganho de resistência.

No ensaio de teor de capilaridade, a partir dos resultados, ficou nítida a evolução na absorção de água por capilaridade com o passar do tempo na amostra de referência, comparando aos corpos-de-prova com impermeabilizantes aplicados. Ressaltando os de composição bicomponente, como o Coverprime e Imperverg RQI 132M, que obtiveram os melhores resultados respectivamente. O impermeabilizante plástico Tecryl D3, apesar de ter apresentado valores um pouco mais altos em relação aos outros, com o um maior índice de capilaridade, é valido ressaltar sua fácil aplicabilidade.

Com a análise dos dados obtidos, os ensaios que obtiveram os resultados mais positivos foram os com impermeabilizantes que usam o aditivo de poliuretano incorporado na sua composição.

A importância do desenvolvimento e investimento em novos materiais como exemplo do Imperverg RQI 132M, impermeabilizante que possui um base de origem natural advindo do óleo da mamona (*Ricinus communis*), planta que possui várias aplicabilidades que devem ser estudadas e exploradas, buscando aproveitar o máximo desse rico material. A extração sustentável de recursos naturais, em que seu aproveitamento proporcione a evolução e consequentemente a melhoria da qualidade de vida dos seres vivos, é um objetivo que deve ser alcançada.

Conclui-se que, a utilização dos produtos impermeabilizantes é de suma importância, pois a melhoria de qualidade advindos da prática de métodos preventivos fornecem diversos benefícios. Os ganhos que o uso dos impermeabilizantes possibilitam mostram que é essencial o desenvolvimento dessa área, como a criação de novas tecnologias, realização de testes de qualidade que possibilitam uma melhora da qualidade de uma construção. Ademais, a escolha do produto adequado e aplicação do material da forma correta em relação a cada ambiente e local são requisitos necessários para garantir a qualidade e eficiência do produto.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas – 2010. Impermeabilização – Seleção e Projeto – NBR 9575. Rio de Janeiro.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2021. Agregado miúdo - Determinação da densidade e da absorção de água - NBR 16916. Rio de Janeiro.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2017. Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica - NBR 16605. Rio de Janeiro.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2021. Agregados - Determinação da massa unitária e do índice de vazios - NBR 16972. Rio de Janeiro.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2022. Determinação de composição de granulometria - Método de ensaio - NBR 17054. Rio de Janeiro.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência - NBR 13276. Rio de Janeiro.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2005. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão - NBR 13279. Rio de Janeiro.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2013. Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por capilaridade - NBR 9779. Rio de Janeiro.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2005. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade - NBR 15259. Rio de Janeiro.

ARAÚJO, A. R.; JOFFILY, I. A. L.; Estudo da amplitude térmica mensal nas mantas asfálticas na cidade de Brasília no ano de 2013. Trabalho de conclusão de curso para a pós-graduação em tecnologia da impermeabilização, Instituto IDD, São Paulo, 2014.

ASSOCIAÇÃO DE ENGENHARIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO. Disponível em: <https://www.aei.org.br/>. Acesso em: 28 nov. 2022.

BALBO, J. T.; ALBUQUERQUE M. C. F. ; Análise preliminar de parâmetros de fratura de concretos compactados com agregados de construção e de demolição para bases de pavimentos. 2013.

DAFICO, D. A.; FERRO, K. M. S.; CAVALCANTE, M. C. de O.; Análise de desempenho de aditivos impermeabilizantes para argamassas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 6, 2005, Florianópolis.

FERREIRA, G. C. S.; RODRIGUES, V. F.; Análise de patologias decorrentes de infiltrações nas edificações [T.C.C.]. Rede de ensino Doctum – Unidade João Monlevade. João Monlevade, 2019.

FIRMINO, S. 2013. Material de Aula de Métodos Construtivos – Curso de Especialização em Construção Civil – UFMG.

FIBERSALS – Tudo Sobre Impermeabilização Rígida . Disponível em: <https://fibersals.com.br/blog/tudo-sobre-impermeabilizacao-rigida/>. Acesso 01 fev. 2023.

GIORDANI, A. Z. 2016. Levantamento e Diagnóstico das Manifestações Patológicas em Fachadas de Edificações localizadas no Campus da UFSC. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis.

GUARIZO, E. A. Impermeabilização Flexível. 2008. 59f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil da Unidade Acadêmica da Área de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade São Francisco, Itatiba.

IMPERVERG - Disponível em: <https://imperveg.com.br/ficha/FICHA%20TÉCNICA%20RQI%20132%20M.pdf/>. Acesso em: 05 jan. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. Disponível em: [https:// Ibi – Instituto Brasileiro de Impermeabilização \(ibibrasil.org.br\) /](https://Ibi – Instituto Brasileiro de Impermeabilização (ibibrasil.org.br) /). Acesso em: 17 jul. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. O que é impermeabilização? Disponível em: <http://ibibrasil.org.br/2017/10/17/oque-e-impermeabilizacao/>. Acesso em: 09/01/2023.

KOPSHIPZ, Pedro. APOSTILA PARA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. 20. Ed. Juiz de Fora: 2019.

MANTA ASFALTICA SIKA. Disponível em: <https://bra.sika.com/pt/construcao/coberturas/impermeabilizacao-de-lajes-de-concreto/mantas-asfalticas.html>. Acesso em 04 fev.2023.

MENEZES, Maressa. Influência da umidade do substrato na aderência de Sistema de impermeabilização com manta asfáltica aderida à maçarico. ANAIS DO 15o 164 SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, [S. l.], 2018.

OLIVEIRA D. F. (2013). Levantamento de Causas de Patologias na Construção Civil. Monografia de Graduação em Engenharia Civil, UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

PRIMEAUX, Dudley J. II; HANSON, Lee; SCOTT, Ray V. The True Polyurea Spray Elastomer Story: Chemistry, Advances and Applications, Set, 2006.

PILZ, C. F. Influência das propriedades da resina nas propriedades de uma tinta base água. 2004. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2004.

RETAPRENE - Disponível em: <https://www.retaprene.com.br/servicos/impermeabilizacao-para-concreto/>. Acesso em: 06 jan. 2023.

RIGHI, G. V. (2009). Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções - análise de casos. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil, curso de mestrado do programa pós-graduação em engenharia civil, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, RS. 2009.

ROCHA, G. S.; LIMA, A. C.; KONAGANO, N. Y. H.; A utilização de plástico na construção civil. XI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém, 2012.

IIZUKA, M. Instalação de esquadrias de alumínio: prática e inovação. São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado Profissional em Habitação) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo–IPT, São Paulo, 2001.

SADIKA, Jasmim. LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÕES DEVIDO À FALHA OU AUSÊNCIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO - PR.

2013. Disponível em: https://CM_COECI_2012_2_03.pdf (utfpr.edu.br) /. Acesso em: 04 jul. 2022.

SALOMÃO, G. G. (2016). Análise de sistema de impermeabilização em obras do distrito federal com o uso de poliureia a quente. Monografia de Graduação em Engenharia Civil, Centro Universitário de Brasília, UniCEUB, Brasília. 2016.

SANTOS, J. A. B. 2021. Desenvolvimento de metodologia para avaliação da transferência de fissuras em sistemas de impermeabilização aderidos. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de engenharia de construção civil. São Paulo, 2021.

SOARES, Felipe Flores. A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil [monografia]. Escola Politécnica - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, M. C. R.; VIEIRA, J. K.; GALLI, L. A.; DONATONI, J. B.; Aplicação de mantas asfálticas em lajes de coberturas. IV Encontro tecnoligo de engenharia civil e arquitetura. 2003

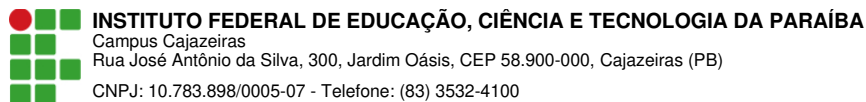
SILVA, C. M.; JUNIOR, T. L. S.; HOLANDA, E. P. T.; Sistemas de impermeabilização na construção civil: caracterização, importância e métodos de execução. Artigo de Graduação em Engenharia Civil - Ciências Exatas e Tecnológicas. Alagoas. 2019.

SIKA – Manual técnico produtos sika. 1º Edição. Disponível em <https://paganinirepresentacoes.com.br/wp-content/uploads/2017/05/Manual-Sika-2015-WEB.pdf>. Acesso em 03 fevereiro de 2023.

SIQUEIRA, L.V.M., STRAMARI, M.R.; FOLGUERAS, M.V., "Adição de poliuretano expandido para a confecção de blocos de concreto leve", Revista Matéria, v. 9, n. 4, pp. 399-410, 2004.

TECRY - Disponível em: <https://tecryl.com.br/wp-content/uploads/2021/09/FICHA-TECNICA-TECRYL-D3.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2023.

VEDACIT – Manual técnico de impermeabilização de estruturas. 4º Edição. Disponível em <<http://www.vedacit.com.br>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2023.



Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega de TCC

Assunto: Entrega de TCC
Assinado por: Francisco Costa
Tipo do Documento: Dissertação
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Francisco Mateus Antunes da Costa, ALUNO (201822200012) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - CAJAZEIRAS, em 20/03/2023 16:11:07.

Este documento foi armazenado no SUAP em 20/03/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 784354
Código de Autenticação: 5ea0519179

