



UNIVERSIDADE PAULISTA

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

CLEINILDO PINHEIRO GOMES

PUBLICADO: 12/2022

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i12.2383>

**IMPERMEABILIZAÇÃO DE VIGAS BALDRAME COM RESINA DA *PROTIUM HEPTAPHYLLUM*
MARCH - BREU BRANCO**

Manaus

2022

CLEINILDO PINHEIRO GOMES

**IMPERMEABILIZAÇÃO DE VIGAS BALDRAME COM RESINA DA *PROTIUM HEPTAPHYLLUM*
MARCH - BREU BRANCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia civil à Universidade Paulista.

Orientador: Prof. Luciana Reis

Manaus

2022

CLEINILDO PINHEIRO GOMES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para avaliação na Universidade Paulista – Campus Manaus, intitulada Impermeabilização de vigas baldrame com resina da *protium heptaphyllum march* - breu branco, como parte do requisito para obtenção do título de Engenheiro civil, aprovada pela banca examinadora constituída pelos professores:

Banca Examinadora

Prof. Esp. nome do professor
Orientador

Prof. Msc. nome do professor

Prof. Dr. nome do professor

Manaus, XX de novembro de 2022.

DEDICATÓRIA

À MINHA MÃE, ANA MARIA PINHEIRO
GOMES.

AGRADECIMENTOS

A DEUS

Ao professor Carlos Cortezão

À professora Érika Pinheiro

À professora Luciana Reis.

À professora Paula Gonsalves

A meus colegas de turma

À Universidade Paulista

“Não existe vento favorável à quem não sabe onde
deseja ir”.

Schopenhauer

RESUMO

Tendo em vista que o tema deste trabalho está relacionado a utilização de uma resina natural extraída da árvore do breu branco, servindo de matéria prima principal para produzir um produto ecologicamente correto, para ser utilizado como impermeabilizante para vigas baldrame, pesquisa-se sobre a resina da *Protium Heptaphyllum March* - breu branco, a fim de avaliar a eficácia de sua impermeabilização nessa estrutura, para a prevenção de patologias advindas da umidade provocada pela percolação da água nos poros do concreto. Para tanto, foi necessário analisar através de ensaio, a eficiência da resina natural na impermeabilização do concreto. Elaborou-se e executou-se um estudo de caso em que a resina foi aplicada em um protótipo, inserido em condições de umidade similares as sofríveis por vigas baldrame e fundações das edificações, estruturou-se o projeto embasado em normas técnicas como a ABNT NBR 9574, 9575 e 9778 e coletou-se dados técnicos que sirvam de comparativa frente a uma marca comercial. Realizou-se, então, uma pesquisa documental, tendo como referências as NBRs, juntamente com uma Pesquisa experimental, onde foi feito um ensaio de impermeabilização em que ocorreu a simulação de um ambiente com um cenário bastante crítico com relação a umidade, onde seus resultados serviram para coletas e análise de dados. Diante disso, verifica-se que o corpo de prova tratado com o impermeabilizante comercial, apresentou um pico de absorção de água por capilaridade com altura de 2,2 cm. Para o corpo de prova tratado com impermeabilizante natural, não foi constatado a percolação de água e no estudo de caso realizado com protótipos de vigas baldrames, que foram devidamente impermeabilizadas tanto com produto comercial, como com o produto natural, não houve indícios de umidade ascendente por capilaridade na alvenaria do protótipo, o que impõe a constatação de que houve êxito no cumprimento do desafio proposto por este trabalho de pesquisa, em apresentar ao mercado da construção civil, um produto feito à base de matéria prima vegetal, para a impermeabilização de vigas baldrame e que se aproximasse o máximo possível dos resultados apresentados pelo produto de marca comercial analisado.

PALAVRAS-CHAVE: Impermeabilização de viga baldrame. Impermeabilizante natural. Percolação de água. Umidade ascendente por capilaridade.

ABSTRACT

Considering that the theme of this work is related to the use of a natural resin extracted from the white pitch tree, serving as the main raw material to produce an ecologically correct product, to be used as a waterproofing agent for baldrame beams, research is researched on the resin of Protium Heptaphyllum March - white pitch, in order to evaluate the effectiveness of its waterproofing in this structure, for the prevention of pathologies resulting from moisture caused by percolation of water in the pores of concrete. Therefore, it was necessary to analyze through the test, the efficiency of the natural resin in the waterproofing of the concrete. A case study was elaborated and carried out in which the resin was applied in a prototype, inserted in humidity conditions similar to those suffered by baldrame beams and foundations of the buildings, structured the project based on technical standards such as ABNT NBR 9574, 9575 and 9778 and collected technical data that serve as a comparative comparison with a trade mark. A documentary research was carried out, having as references the NBRs, together with an experimental research, where a waterproofing test was carried out in which the simulation of an environment with a very critical scenario with respect to humidity occurred, where its results served for data collection and analysis. Therefore, it was verified that the test body treated with commercial waterproofing, presented a peak water absorption by capillarity with a height of 2.2 cm. For the test body with natural waterproofing, there was no evidence of water percolation and in the case study carried out with prototypes of baldrame beams, which were duly waterproofed with both commercial product and natural product, there was no evidence of ascending humidity by capillarity in the masonry of the prototype, which imposes the verification that there was success in meeting the challenge proposed by this research work, in presenting to the construction market, a product made from vegetable raw material, for the waterproofing of baldrame beams and that approximates as much as possible to the results presented by the commercial brand product analyzed.

KEYWORDS: Waterproofing of baldrame beam. Natural waterproofing. Water percolation. Ascending humidity by capillarity.

RESUMEN

Considerando que el tema de este trabajo está relacionado con el uso de una resina natural extraída del árbol de brea blanca, que sirve como materia prima principal para producir un producto ecológicamente correcto, para ser utilizado como agente impermeabilizante de vigas de baldrame, se investiga sobre la resina de Protium Heptaphyllum March - brea blanca, con el fin de evaluar la efectividad de su impermeabilización en esta estructura, para la prevención de patologías resultantes de la humedad causada por la percolación del agua en los poros del hormigón. Por lo tanto, fue necesario analizar a través de la prueba, la eficiencia de la resina natural en la impermeabilización del concreto. Se elaboró y llevó a cabo un estudio de caso en el que se aplicó la resina en un prototipo, se insertó en condiciones de humedad similares a las sufridas por las vigas baldrame y los cimientos de los edificios, se estructuró el proyecto en base a normas técnicas como ABNT NBR 9574, 9575 y 9778 y se recopilaron datos técnicos que sirven de comparación comparativa con una marca. Se realizó una investigación documental, teniendo como referencias los NBRs, junto con una investigación experimental, donde se realizó un ensayo de impermeabilización en el que se produjo la simulación de un ambiente con un mar muy crítico con respecto a la humedad, donde sus resultados sirvieron para la recogida y análisis de datos. Por lo tanto, se verificó que el cuerpo de prueba tratado con impermeabilización comercial, presentó un pico de absorción de agua por capilaridad con una altura de 2,2 cm. Para el cuerpo de prueba con impermeabilización natural, no hubo evidencia de percolación de agua y en el estudio de caso realizado con prototipos de baldramebeams, que fueron debidamente impermeabilizados tanto con producto comercial como con producto natural, no hubo evidencia de humedad ascendente por capilaridad en la mampostería del prototipo, lo que impone la verificación de que hubo éxito en el cumplimiento del desafío propuesto por este trabajo de investigación, En presentar al mercado de la construcción, un producto elaborado a partir de materia prima vegetal, para la impermeabilización de vigas Baldrame y que se aproxima lo máximo posible a los resultados presentados por el producto de marca comercial analizado.

PALABRAS CLAVE: Impermeabilización de vigas Baldrame. Impermeabilización natural. Percolación de agua. Humedad ascendente por capilaridad.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Adobe (tijolo)	18
Figura 2: Resina de pinheiro	19
Figura 3: calafetagem de embarcação	20
Figura 4: Materiais e constituintes dos corpos de prova	25
Figura 5: Moldagem dos corpos de prova	26
Figura 6: Reagentes utilizados	27
Figura 7: Fusão do breu	28
Figura 8: a) impermeabilizante fluido; b) teste de viscosidade	29
Figura 9: a) Ponto certo de viscosidade; b) teste de agrupamento do impermeabilizante; c) impermeabilizante solidificado; d) teste de resistência mecânica	30
Figura 10: Corpos de prova impermeabilizados	32
Figura 11: Corpo de prova 1	33
Figura 12: Corpo de prova 2	34
Figura 13: Corpo de prova 3.....	35
Figura 14: Protótipo de vigas baldrame.....	36
Figura 15: Impermeabilização de vigas	37
Figura 16: Aterramento de vigas/Reboco.....	38
Figura 17: Umedecimento do solo	39
Figura 18: Viga em local confinado	40
Figura 19: a) Infiltração; b) altura de infiltração	41
Figura 20: a) Viga impermeabilizada; b) viga atacada por ácido sulfúrico	42
Figura 21: a) Viga impermeabilizada; b) viga atacada por ácido sulfúrico	43
Figura 22: Altura de percolação da água.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Concreto fck 25 MPa	24
Tabela 2: Concreto/corpo de prova	24
Tabela 3: Primeira pesagem	31
Tabela 4: massa de água percolada	32
Tabela 5: Manifestação de umidade	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1. ONGs – Organizações Não Governamentais.
2. ABNT– Associação Brasileira de Normas Técnicas.
3. NBR – Norma Brasileira.
4. AC – Antes de Cristo.
5. MNL – Mata Nacional de Leira.
6. CCMI – Corrosão do Concreto Microbiologicamente Induzido
7. BRS – Bactérias Redutoras de Sulfato.

LISTA DE SÍMBOLOS

F_{ck} Resistência Característica à Compressão do Concreto

H_2SO_4 Ácido Sulfúrico

H_2S Gás Sulfídrico

BOE Bactérias oxidantes de enxofre

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2.3	JUSTIFICATIVAS	17
3	REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1	DESCRIÇÃO BOTÂNICA DE <i>PROTIUM HEPTAPHILLUM MARCH</i> – BREU BRANCO	20
3.2	IMPERMEABILIZAÇÃO DE VIGAS BALDRAME	21
4	METODOLOGIA	23
5	TESTE DE PERCOLAÇÃO DE ÁGUA NO CONCRETO	24
5.1	PREPARO DO CONCRETO PARA CORPOS DE PROVA	24
5.2	PREPARO DO IMPERMEABILIZANTE NATURAL	26
5.3	DILUIÇÕES DO BREU EM ÓLEO DE SOJA.....	27
5.4	PONTO DE VISCOSIDADE DO IMPERMEABILIZANTE NATURAL	28
5.5	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	30
5.6	MÉTODOS E PROCEDIMENTOS.....	31
6	ESTUDO DE CASO	36
6.1	MATERIAIS	36
6.2	PROCEDIMENTO	36
6.3	IMPERMEABILIZAÇÃO DE VIGAS BALDRAME	37
6.4	ATERRAMENTO DE VIGAS BALDRAME	37
6.5	REALOCAÇÃO DAS VIGAS.....	39
6.6	AÇÃO DA UMIDADE ASCENDENTE POR CAPILARIDADE	40
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
7.1	PERCOLAÇÃO DE ÁGUA NOS CORPOS DE PROVA	44
7.2	UMIDADE ASCENDENTE POR CAPILARIDADE.....	45
8	CONCLUSÃO	46
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1 INTRODUÇÃO

Já não é de hoje que as organizações não governamentais (ONGs), institutos de defesa do meio ambiente, movimentos de conscientização pela preservação ambiental etc. veem tentando despertar na sociedade a importância de se preservar a natureza para que se possa com isso, ganhar qualidade de vida e ao mesmo tempo garantir o direito que as futuras gerações têm de usufruírem desse bem que deve ser perene há todos sem distinção.

Atualmente, as indústrias buscam cada vez mais por meios e processos de manufatura alternativos, para a geração de produtos, bens e commodities cuja sua feitura não agride ou agride o mais minimamente possível ao meio ambiente. Tal posicionamento não é por acaso, e sim uma exigência às boas práticas de fabricação que vem sendo cada dia mais bem vista por parte do “ecologicamente correto” e por parte do consumidor, que embora timidamente, mas vem numa crescente preocupação e interesse por produtos que atendam a essa expectativa.

Apresentar uma alternativa de se fazer uso de um produto natural que fomente a preservação do meio ambiente com foco na preservação da floresta, buscando o extrativismo vegetal consciente por manter a flora de pé, dando mais uma alternativa de renda para os povos que vivem dos “frutos” que a floresta oferece, dentre eles podemos citar: os ribeirinhos, seringueiros, colhedores de açaí, castanheiros, entre outros, sempre vai valer apenas qualquer esforço que leve em direção a esse objetivo que por si só já é nobre e compensador.

Trazendo o relevante tema para a área da construção civil, mais precisamente para o interesse desse trabalho de monografia que é a impermeabilização de vigas baldrame, cujo referido tema encontra-se desassistido, se não órfão de um produto que se encaixe em todo o exposto até aqui.

Cabe ressaltar que existe uma gama de impermeabilizantes que atendem muito bem a cada processo construtivo, porém, buscou-se reunir dados/informações com o propósito de responder ao seguinte problema de pesquisa: É possível fazer uma impermeabilização natural sustentável, que atenda satisfatoriamente às normas vigentes, usando produtos naturais, obtendo resultados similares às marcas comerciais existentes?

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a eficácia da impermeabilização de vigas baldrame com um impermeabilizante natural, feito à base de uma resina vegetal para a prevenção de patologias advindas da umidade provocada pela percolação da água nos poros do concreto.

2.2 Objetivos Específicos

- ✚ Analisar através de ensaio a eficiência da resina natural na impermeabilização do concreto
- ✚ Elaborar e executar um estudo de caso em que a resina será aplicada em um protótipo, inserido em condições de umidade similares as sofríveis por vigas baldrame e fundações das edificações.
- ✚ Estruturar o projeto embasado em normas técnicas como a ABNT NBR 9574, 9575 e 9778.
- ✚ Coletar dados técnicos que sirvam de comparativa frente a uma marca comercial.

2.3 Justificativas

O tema deste trabalho está relacionado a utilização de uma resina natural extraída da arvore do breu branco, servindo de matéria prima principal, para produzir um produto ecologicamente correto que sirva como impermeabilizante para vigas baldrame e fundações de edificações.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A construção civil possui uns dois mais ricos acervos de estudos acerca da história das civilizações antigas, onde suas construções ainda conseguem preservar boa parte de suas características originais que resistem ao tempo, intempéries, guerras e depredações. Essa preservação estrutural permite que pesquisadores continuem buscando o entendimento do passado, pois as construções são verdadeiros testemunhos históricos que carregam com sigilo (entre outros) traços culturais, artesanais e religiosos de uma determinada civilização.

“Os primeiros materiais de construção utilizados foram aqueles ofertados pela natureza como pedra, palha, galhos e troncos de árvores” (BARBOSA, 2005, p.1), que serviam de matéria prima para o adobe que faz referência ao tijolo cerâmico contemporâneo (Figura 1).

Figura 1 - Adobe (tijolo)



Fonte: Tomás Dizioba (2016)

No sítio arqueológico da cidade de Jericó, a mais antiga da humanidade, datada de 8300 a.C e Na região da antiga Mesopotâmia, atual Iraque, no assentamento de agricultores de Ali Kosh, do oitavo milênio antes de Cristo, foi constatado que suas casas foram erguidas com adobe revestidos com emplastos de lama afim de protegê-los da umidade (CARVALHO; PINTO, 2020).

A Idade Média, porém, não trouxe significativos avanços no tema, identificando-se somente no século XVIII nova impermeabilização com material betuminoso, cerca de 3500 anos após os primeiros registros de uso, em terras babilônicas (CARVALHO; PINTO, 2020).

Em se tratando de impermeabilização com resina, os portugueses têm um histórico pioneiro, relacionado com o antigo pinhal de Leira atualmente Mata Nacional de Leira, a extração dessa resina (Figura 2) na MNL denota de séculos em que teve seu apogeu no início da sua exploração no século X, onde se obteve o pez (breu cru) e o piche (breu cozido), apesar de não ser o objetivo principal de exploração em que a extração de madeira para construção de naus e caravelas era o objetivo. (SANTOS; LAMPREIA; RIGUEIRA; NUNES, 2015)

Figura 2 - Resina de pinheiro



Fonte: Tomás Dzioba (2016)

“No Brasil, a impermeabilização remonta ao início da colonização. Os primeiros serviços que se têm conhecimento são os fortes e fortalezas feitas pelos portugueses” (MORAES, 2002, p. 5). Essas construções também recebiam tratamentos contra a umidade advinda “[...]da chuva ou do solo (as quais ascendem por capilaridade), os construtores do período utilizavam óleo de baleia como aditivo para as argamassas de assentamento de pedras e tijolos. (CARVALHO; PINTO, 2020)

Igualmente a Portugal, no Brasil também se fazia (e em alguns lugares ainda se faz) uso de uma resina exsudada não de pinheiros, mais sim da árvore de *Protium heptaphyllum* também conhecida regionalmente como breu branco ou breu da terra, onde é “empregado na calafetagem de embarcações, misturando-se a calor do fogo, com azeite ou com sebo” (LE COINTE, 1939 *apud* LIMA, 2012, p. 6), como mostrado na figura 3.

Figura 3 -Calafetagem de embarcação



Fonte: Adaptado de Óbidos.Net.Br (2022)

Como se pode constatar através dessas colocações, a preocupação com a umidade e os efeitos danosos relacionados às estruturas das construções, se confunde com a história dos processos construtivos, pois já nessa época, os construtores já tinham a preocupação de impedir que a umidade ou a própria água entrasse em contato direto com as estruturas, fato que conscientemente traria uma degradação (patologias) estrutural precoce.

3.1 Descrição botânica de *Protium Heptaphillum march* – breu branco

planta pertencente ao gênero *Protium* da família *burseraceae*, caracterizado por exsudar resinas que se encontram armazenadas em ductos ou cavidades (LIMA, 2012, p. 2), espécie perenifólia que atinge até 10 m de altura e 60 cm de diâmetro (DOMENTE; MATTOS, 2010, p. 01), de casca vermelho-escura, rica em resina aromática. (MARINHO, 2010).

A *Protium heptaphillum* March é uma planta apícola conhecida por diversos nomes, dentre eles: Almecega, breu, incenso, breu branco verdadeiro, elime, elemleira, ibiracica, pau de breu, tacaá-macá, almisca, animé, árvore do incenso (CITÓ et al., 2006, p. 04)

Distribuição geográfica Norte; (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins), Nordeste; (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte,

Sergipe), Centro-Oeste; (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Sudeste; (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo), Sul; (Paraná, Santa Catarina) (DALY, 2015)

Esta espécie apresenta grande plasticidade em relação aos ambientes de cultivo e é encontrada em mata semidecídua, cerrado, restinga e matas ciliares, em áreas de várzea, solos argilosos ou arenosos, secos ou úmidos. (RODRIGUES, 2007, p. 01)

Na medicina popular, esta espécie é considerada como um importante agente terapêutico, sendo utilizada como anti-inflamatório, analgésico, expectorante e cicatrizante (PESSOA *et al.*, 2002, p. 01)

A resina das espécies do gênero *Protium* também são “utilizadas popularmente para iluminação e para calafetar canoas, além do uso no preparo da tinta ou verniz preto Paes” (2009, p. 08).

3.2 Impermeabilização de vigas baldrame

“A impermeabilização na edificação vem sendo tratada de forma muito intensiva por construtoras e empreiteiras como forma de proteção para a edificação contra agentes agressores à estrutura, como por exemplo, a umidade” (SANTOS, 2016, p. 01). Ela “não é coisa só de cobertura, como muitos acreditam, e deve ser realizada já nas fundações” Souza e Farias (2022, p. 01).

A ação de fluidos, vapores e umidade, é uma das principais causadoras de patologias nas edificações, sendo a execução da impermeabilização a etapa responsável por proteger uma edificação contra esses agentes (SILVA, 2021, p. 01)

Um dos maiores problemas das construções se dá em relação ao seu contato com a água, para evitar esse contato tão prejudicial às estruturas, se faz necessário uma proteção realizada através da impermeabilização, essa ação é extremamente importante para o aumento da vida útil da estrutura, pois evita retrabalhos decorrentes de patologias provocadas por infiltrações que causam perdas financeiras e até mesmo riscos à saúde dos usuários, assim como uma estética que desagrega valor ao imóvel.

É fundamental prever todos os sistemas que podem propiciar o aparecimento de umidade e acúmulo de água e adotar os procedimentos necessários (SILVA, 2021), pois é muito mais barato financeiramente e vantajoso em termos de desperdício de material e tempo, uma impermeabilização realizada no início da obra, pois evita-se uma perda de revestimentos como: argamassas, pisos cerâmicos, pinturas e outros.

A NBR 9575 (ABNT, 2010), traz como requisito geral o projeto de impermeabilização, na qual especifica que este projeto deve ser desenvolvido em conjunto e compatibilizado com o projeto de arquitetura e os demais projetos complementares para se obter e prever as respectivas especificações em termos de tipologia, dimensões, cargas, ensaios e detalhes construtivos (SILVA, 2021, p. 17).

Ainda regido pela NBR 9575 (ABNT, 2010), no que tange a um bom projeto de impermeabilização, faz-se necessário antes de realizá-lo, uma avaliação preliminar do cenário em que se encontra a parte que se deseja impermeabilizar, para que assim, possa-se decidir qual o melhor e mais adequado método a ser empregado, onde a mesma enfatiza quatro tipos de solicitações imposta pelo fluido, a atinar:

- ✚ Imposta pela água de percolação;
- ✚ Imposta pela água de condensação;
- ✚ Imposta pela umidade do solo;
- ✚ Imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

O descascamento da pintura das paredes, manchas de bolor, fungos e mofos, podem ser muito comuns quando a viga está sujeita a percolação da água através dos poros do concreto, tais patologias são sinais da falta ou até mesmo de uma má impermeabilização Farias e Souza (2022).

4 METODOLOGIA

A abordagem realizada sobre o tema desta monografia se deu de forma a apresentar um produto impermeabilizante, alternativo, feito à base de produtos naturais de origem vegetal, sendo feito à base de resina da *Protium Heptaphyllum* (breu branco ou breu da terra) com o óleo de soja, para a aplicação em vigas baldrame.

O presente trabalho foi realizado através de uma Pesquisa exploratória e descritiva com uma coleta de dados referente ao “comportamento” de corpos de prova de concreto tratados com um impermeabilizante comercial e também com o impermeabilizante natural a base de produtos vegetais apresentado nesse artigo.

O ensaio sobre percolação de água no concreto endurecido, por capilaridade, se deu através de normas técnicas como por exemplo, o ensaio de Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por capilaridade da ABNT NBR 9779/1994.

A abordagem utilizada é hipotético-dedutiva, onde também foi executada a impermeabilização de protótipos de vigas baldrame tratadas com uma determinada marca de impermeabilizante comercial para vigas baldrame, de boa aceitação no mercado da construção civil, e com o impermeabilizante natural proposto.

A Pesquisa ocorreu de forma documental, tendo como referências livros, artigos, periódicos, trabalhos acadêmicos, entre outros, e similarmente experimental, onde os protótipos de vigas baldrame serão inseridos em um cenário com um solo bastante úmido, depois de serem tratadas com os devidos impermeabilizantes.

Os resultados referentes a pesquisa foram coletados, analisados e discutidos de forma ética e criteriosa, através de aplicação em tabelas, gráficos e comentários.

5 TESTE DE PERCOLAÇÃO DE ÁGUA NO CONCRETO

O referido trabalho constitui-se de um estudo de caso produzido para avaliar as propriedades impermeabilizantes encontradas em uma resina vegetal extraída da árvore *Protium Heptaphyllum March* - breu branco. Tal propriedade foi testada em aplicações feitas em corpos de prova moldados em concreto e também no emprego de um modelo que simula uma viga baldrame que estará submetida a condições similares, porém majoradas a sofríveis pelas mesmas em situações de extrema exigência com relação a resistências a umidade.

Todos os testes aplicados com o impermeabilizante natural, também foram executados com uma emulsão asfáltica a base de água para concreto com o nome comercial de Neutrol, pois tal impermeabilizante já possui boa aceitação no mercado devido à sua eficácia com relação a impermeabilização. Igualmente, foi observado o comportamento do corpo de prova e do modelo de viga baldrame sem contar com nenhum dos impermeabilizante, nem natural e nem comercial.

5.1 Preparo do concreto para corpos de prova

Somente a nível de conhecimento e para a lisura deste trabalho, será explanada a preparação e o fck aproximado do concreto usado nos corpos de prova, pois sua confecção é única e exclusivamente com o intuito de servir de aporte para a aplicação dos impermeabilizantes, assim sendo fica acordado que sua resistência característica não é critério preponderante neste estudo de caso.

Para a feitura dos corpos de prova, foi feito de forma empírica, porém zelosa, o concreto de aproximadamente 25 Mpa conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1- concreto fck 25 Mpa

Traço de concreto para 25 Mpa / saco de 50 KG de CII / lata de 18L			
Cimento	Areia	Brita	Água
1 saco	4 latas	5.5 latas	1 e ¼ de lata

Fonte: autoria própria.

Obedecida as proporcionalidades do traço de concreto demonstrado na tabela 1 e para facilitar a medida de cada elemento referente a confecção dos corpos-de-prova, a tabela de número 2 dista as suas massas em kg.

Tabela 2 - Concreto/corpo de prova

Traço de concreto para 25 Mpa / cimento CII / Massa em KG			
Cimento	Areia	Brita	Água
1	2,40	3,40	0,6

Fonte: Autoria própria

Na imagem (figura 4) está retratado os constituintes usados para a confecção dos corpos-de-prova de concreto com suas respectivas massas.

Figura 4 - Materiais e constituintes dos corpos de prova



Fonte: Autoria própria

Após a dosagem e mistura manual do concreto, usou-se para a moldagem dos corpos de prova (figura 5), uma forma cilíndrica medindo 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura, conforme orientado pela ABNT NBR 5738 (2003). Passados 24 horas após o instante da moldagem dos corpos de prova, foi feito o desforme e aguardado o tempo de cura aos 28 dias.

Figura 5 - Moldagem de corpos de prova



Fonte: Autoria própria

5.2 Preparo do impermeabilizante natural

MATERIAIS

- I. Balança
- II. Recipiente
- III. Recipiente metálico
- IV. Colher de madeira
- V. Recipiente com água

REAGENTES

- I. Resina do breu
- II. Óleo de soja

Conforme descrito nos reagentes, pode-se confirmar (figura 6) que o impermeabilizante natural possui uma essência completamente passiva ao meio ambiente.

Figura 6 – Reagentes utilizados



Fonte: Autoria própria

5.3 Diluições do breu em óleo de soja

Primeiramente precisa-se ter disponível um recipiente metálico que servirá para fazer a fusão entre o breu e o óleo, pode-se usar uma lata lugar de tinta a depender da quantidade que se pretenda produzir do impermeabilizante natural. Nesse caso específico utilizou-se uma panela velha que passou por um processo simples de higienização com água e sabão.

Dentro desse recipiente colocou-se um 1Kg de breu com 250ml de óleo, em seguida levou-se ao fogo de um fogão normal na proporção de chama alta. Como o ponto de fusão do breu fica em torno de aproximadamente 40°C, logo após o primeiro minuto de aquecimento, pode-se observar o processo de fusão acontecendo (figura7).

Figura 7 - Fusão do breu



Fonte: Autoria própria

Não é aconselhado que se use um recipiente reutilizável nesse processo, como por exemplo uma panela, pois a propriedade de aderência do impermeabilizante quando em uma temperatura menor que 40°C é muito forte, ficando quase impossível sua remoção com quais quer outro meio se não a de um solvente muito forte, como por exemplo a gasolina que tem o “poder” de quebrar a força de coesão entre suas moléculas.

5.4 Ponto de viscosidade do impermeabilizante natural

Após a fusão ser completada procede-se com a verificação do ponto de viscosidade ideal, pois é esse ponto que dará ao impermeabilizante natural, a resistência mecânica necessária para receber a alvenaria depois de sua solidificação.

Para verificação do ponto de viscosidade recomendado, é preciso gotejar o fluido em um recipiente com água, e observar se está ocorrendo seu agrupamento, o teste pode ser feito quando, o impermeabilizante estiver totalmente fluido e homogêneo, nota-se que, ao se gotejar o impermeabilizante no recipiente com água, não há agrupamento do produto (figura 8).

Figura 8 – a) impermeabilizante fluido; b) teste de viscosidade.



Fonte: Autoria própria

Isso é um sinal de que seu impermeabilizante está com um excesso de solvente (óleo) ou pouca quantidade de soluto (breu). Essa situação é perfeitamente normal, pois a produção desse impermeabilizante se dá pelo método da tentativa e erro, a medida de 1Kg de soluto por $\frac{1}{4}$ de solvente é apenas um ponto de partida para a feitura do impermeabilizante, esta correção pode ser feita adicionando-se à solução o “ingrediente” que estiver em desequilíbrio.

Nesse caso foi sendo adicionado o soluto (breu) em pó para se obter uma fusão mais rápida (figura 9a), repete-se o mesmo procedimento de gotejamento (figura 9b). Observando-se que há um agrupamento e formação de uma película parcialmente rija (figura 9c), tenta-se moldar essa película até que ela presente uma certa resistência mecânica (figura 9d), que já se aproximará muito do seu verdadeiro estado físico depois de sua aplicação em alguma superfície.

Conseguindo esse ponto de fluidez, considera-se que o impermeabilizante esteja pronto para ser aplicado a superfície a qual se destina, no estudo de caso em questão, vigas baldrame e fundações de edificações.

Figura 9 – a) ponto certo de viscosidade; b) teste de agrupamento do impermeabilizante; c) impermeabilizante solidificado; d) teste de resistência mecânica



Fonte – Autoria própria

5.5 Procedimento experimental

O primeiro teste a qual impermeabilizante natural foi submetido está embasado tecnicamente no ensaio de absorção de água por capilaridade em argamassa e concreto endurecido normatizado pela NBR 9779:1995

EQUIPAMENTOS:

- ✚ Estufa
- ✚ Recipiente
- ✚ Suporte
- ✚ Balança
- ✚ Régua

Os corpos de prova de argamassa devem ser moldados de acordo com a NBR 5738, e os de concreto de acordo com NBR 5738, ou obtidos a partir de testemunhos extraídos de acordo com a NBR 7680

5.6 Métodos e procedimentos

Os corpos de prova moldados previamente, estavam isentos de qualquer tipo de óleo ou outros materiais que porventura pudessem ter sido aderidos na moldagem, também foi respeitado os 28 dias de cura do concreto.

Após a cura, os corpos de prova foram secos em estufa a temperatura de (105 ± 5) °C, até constância de massa, após esse procedimento foi dado início ao seu resfriamento à temperatura de (23 ± 2) °C.

Estando aptos a receberem o tratamento com os impermeabilizantes, foram submetidos ao teste três corpos de prova, sendo dois tratados com os impermeabilizantes (marca comercial seguindo as orientações do fabricante) a uma faixa de (± 5) centímetros acima de sua face inferior, e um sem nenhum tipo de tratamento.

Todos tiveram suas respectivas massas aferidas antes de serem parcialmente emergidos no recipiente com água (Tabela 3), para que se tenha um referencial comparativo da eficiência dos impermeabilizantes.

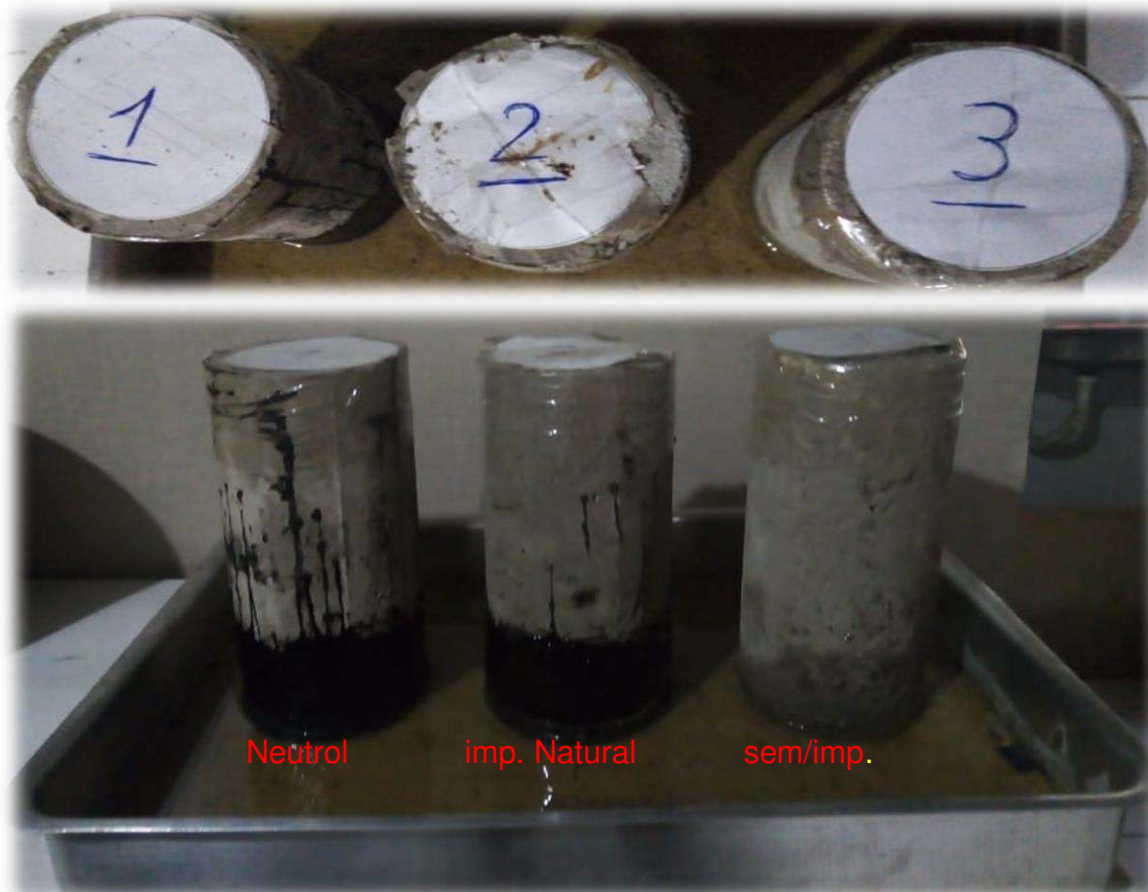
Tabela 3 – Primeira pesagem.

CORPOS DE PROVA	TRATAMENTO	1ª pesada (g)
Nº1	Neutrol	3270
Nº2	Imp. natural	3620
Nº3	Sem tratamento	3325

Fonte – Aatoria própria

Posicionou-se um recipiente metálico (bandeja) em uma superfície plana, para que os corpos de prova ficassem bem nivelados, cobriu-se a superfície desse recipiente (± 1) cm com uma areia bem fina e livre de qualquer tipo de corpo estranho. Descansou-se os corpos de prova sobre à superfície de areia, onde ficaram separados a uma distância uniforme, em seguida foi preenchendo com água o recipiente de ensaio, de modo que o nível d'água permanecesse constante a (5 ± 1) mm acima de da face inferior dos corpos de prova (figura10)

Figura 10 - Corpos de prova impermeabilizados



Fonte – Aatoria própria

Passados 120h ABNT NBR 5738 (2003) recomenda que as pesagens sejam entre 3h, 6h, 24h, 48h e 72h) do início do ensaio, deu-se abertura à segunda pesagem dos corpos de prova, sendo que cada uma das amostras passou pelo mesmo processo de se enxugar o excesso de água com um pano umedecido e posteriormente determinadas suas respectivas massas, que podem ser vistas e comparadas com as coletadas anteriormente (Tabela 4)

Tabela 4 – Massa de água percolada

Corpos de Prova	Tratamento	1ª pesada (g)	2ª pesada (g)	Massa de água Percolada (g)
Nº1	Neutrol	3280	3295	15
Nº2	Imp. natural	3620	3620	00
Nº3	Sem tratamento	3325	3365	40

Fonte: Aatoria própria

Após essa última etapa, a NBR 7222 recomenda que os corpos de prova sejam rompidos por compressão diametral, de maneira a permitir a marcação da água distribuída em seu interior, porém por uma limitação de ordem técnica, não se pode contar com o auxílio da prensa a qual estava indisponível no momento, assim sendo teve-se que optar por meios alternativos disponíveis que pudessem atender satisfatoriamente o ensaio e da mesma forma preservasse a credibilidade do trabalho.

Usou-se uma esmerilhadora para cortar parcialmente os corpos de prova até o limite alcançável por sua serra, após esse processo utilizou-se uma talhadeira e uma marreta para o rompimento total. O primeiro rompimento se deu com o corpo de prova N°1 referente ao impermeabilizante comercial (Neutrol) cujo a distribuição da água em seu interior foi destacada contornando o perímetro da área molhada e a altura de sua ascensão capilar máxima foi de aproximadamente 2,2 cm (figura 11)

Figura 11 - Corpo de prova 1



Fonte – Autoria própria

O segundo rompimento se deu com o corpo de prova N°2 tratado com o impermeabilizante natural cujo a absorção de água em seu interior não pode ser observada, fato esse que já era de se esperar, pois não houve mudança em sua massa (tabela 4) e como podemos constatar na figura 12.

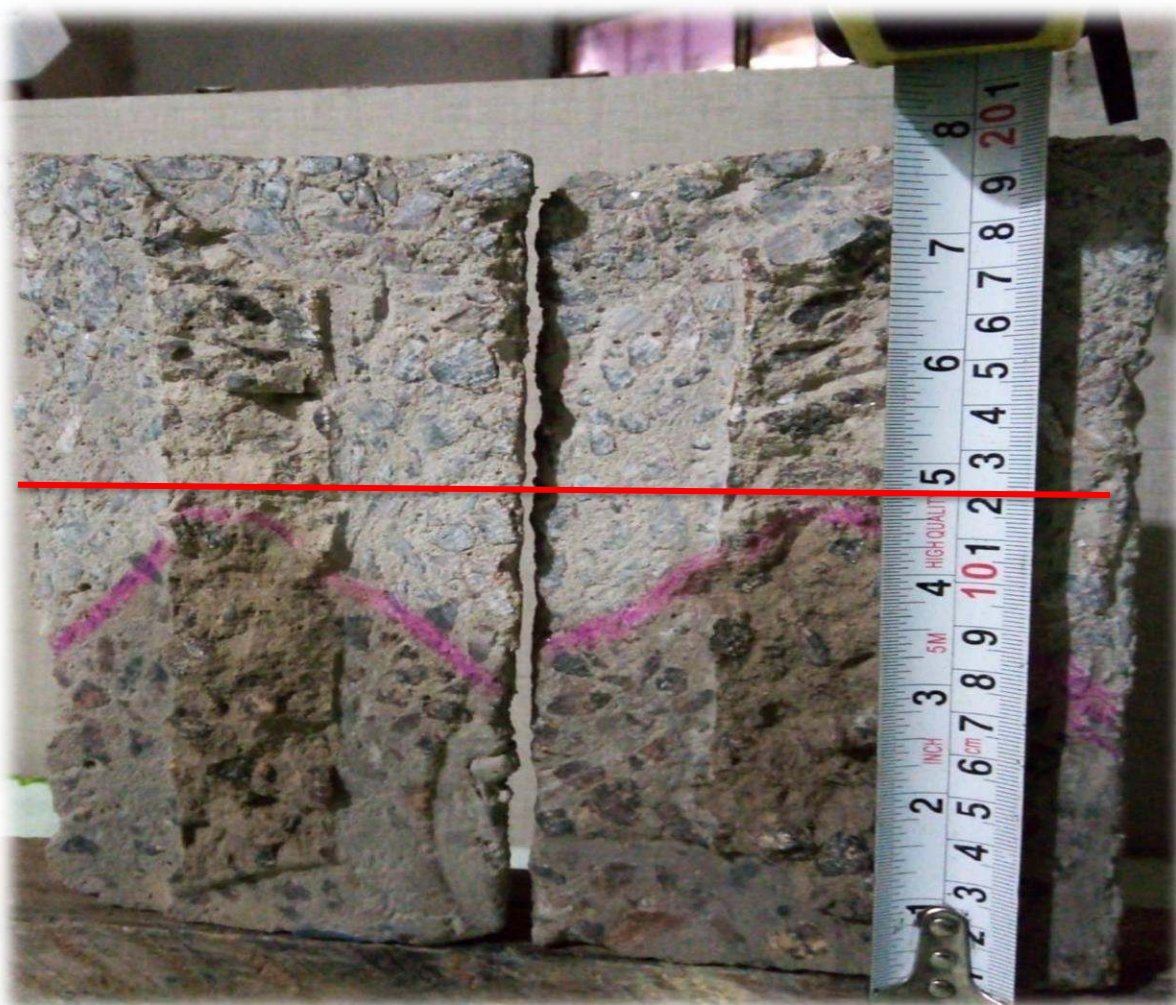
Figura 12 - Corpo de prova 2



Fonte – Aatoria própria

O terceiro rompimento se deu com o corpo de prova N°3 que não recebeu nem um tipo de tratamento, e que como já era de se esperar apresentou uma altura de absorção de água bastante acentuada, culminando num pico de absorção de água de aproximadamente 12 cm (figura 13).

Figura 13 – Corpo de prova 3



Fonte – Autoria própria

6 ESTUDO DE CASO

6.1 Materiais

- ✚ Cimento
- ✚ Areia
- ✚ Água
- ✚ Brita
- ✚ Tábua de sarrafo
- ✚ Martelo
- ✚ Trena
- ✚ Pregos
- ✚ Pinceis
- ✚ Impermeabilizante natural
- ✚ Impermeabilizante comercial

6.2 Procedimento

Foi feito um traço de concreto na proporção de $\frac{1}{4}$ de saco de cimento, 1,5 latas de areia, 1,5 lata de pedra e 1,5 latas de água (latas de 20 L). Também foram preparadas três formas para os protótipos de vigas baldrame que possuíam uma geometria prismática de 16 cm x 6,0 cm x 6,0 cm. Devidamente preenchidas com o concreto, após 24 horas do enchimento das formas, foi feito seu desmolde e deixado descansar pelas mesmas horas (Figura 14).

Figura 14 - Protótipo de viga baldrame



Fonte: Autoria própria

Cabe ressaltar que a um dos protótipos de vigas baldrame, não receberá qualquer tipo de tratamento impermeabilizante, fato este que não diminuirá em nada, sua importância para este estudo, pois ele servirá como uma espécie de testemunho, para demonstrar as ações deletérias da percolação de água e umidade ascendente por capilaridade, as quais as vigas baldrame estão sendo submetidas.

6.3 Impermeabilização de vigas baldrame

Após o “substrato ser limpo, isento de corpos estranhos, restos de fôrmas, pontas de ferragem, restos de produtos desmoldantes ou impregnantes, falhas e ninhos” NBR 9574 (ABNT 2008, p. 2), foi dado início às impermeabilizações.

Os dois protótipos de viga baldrame foram devidamente tratados com impermeabilizantes, tanto o impermeabilizante natural como o de marca comercial (Neutrol), tiveram suas aplicações com pincéis (trincha) de número 02, seguindo os mesmos procedimentos e cuidados para não deixar nenhuma parte desprotegida.

Foi impermeabilizado a parte superior das duas vigas e cerca de 10 cm abaixo de sua aresta, porém houve duas peculiaridades que devem ser aqui ressaltadas: Na viga tratada com o impermeabilizante comercial, foram aplicadas duas demãos no intervalo de 4 horas, como orienta o fabricante, já na tratada com o impermeabilizante natural, só se fez uso de uma demão (Fig.15)

Figura 15 – Impermeabilização de vigas

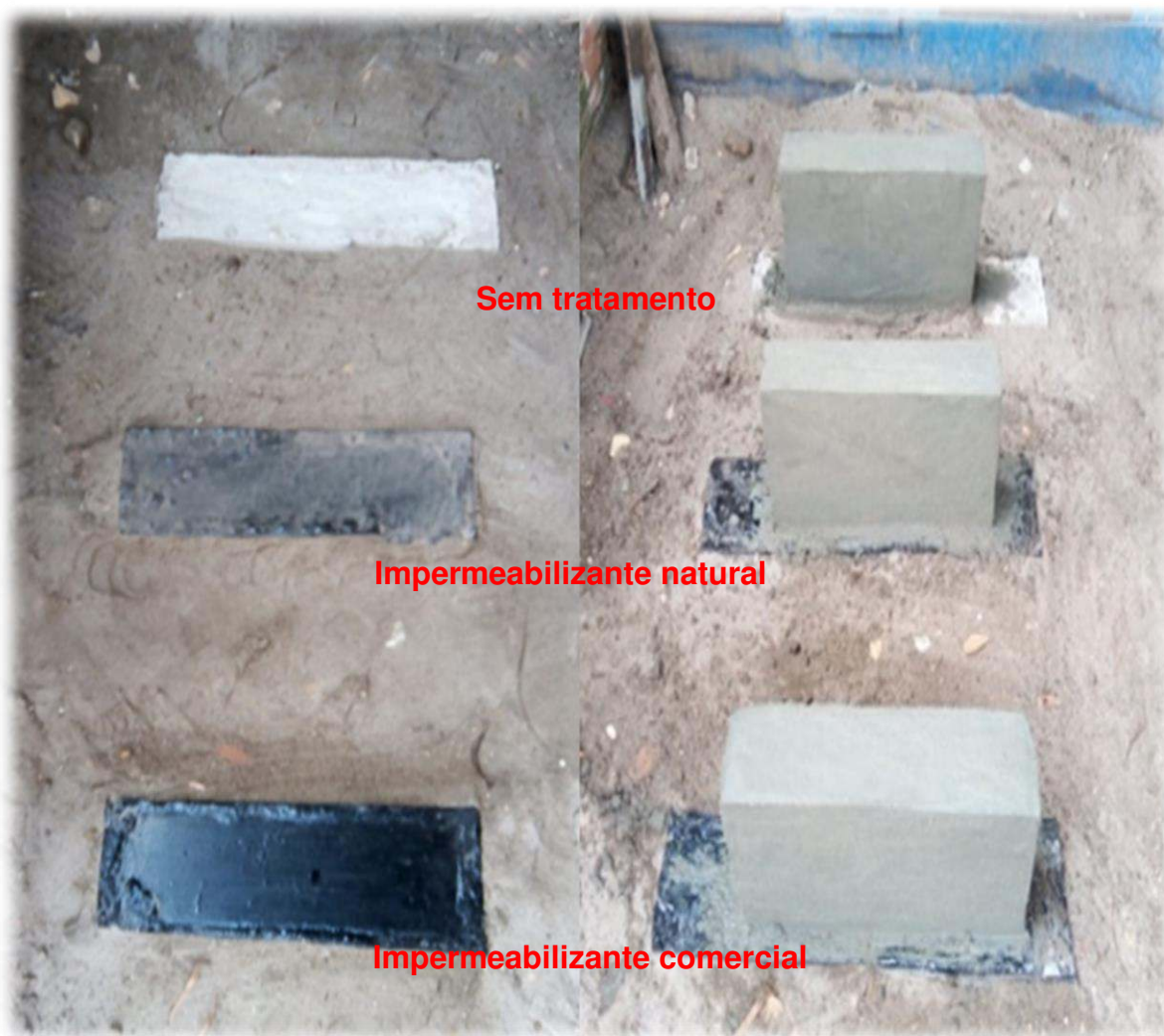


Fonte: Autoria própria

6.4 Aterramento de vigas baldrame

Concluído a impermeabilização das vigas, foi feito seu aterramento e “tecido” uma fiada de tijolos que foi revestida com seu devido reboco, com o intuito de simular uma parede (Figura 16).

Figura 16 – Aterramento de vigas/reboco.



Fonte: Autoria própria

Com os três protótipos de vigas baldrame, devidamente inseridos no solo, deu-se início ao umedecimento. Porém, se for lançado um olhar mais criterioso, pode-se observar que algumas situações poderiam induzir a um resultado fantasioso além de um cenário ambientalmente incorreto, entre eles podemos citar: Quando do umedecimento do solo, respingos de água são absorvidos pela alvenaria dos protótipos e o volume desperdiçado de água para o encharcamento do solo, se torna muito elevado, pois acaba sendo dissipado nas adjacências dos protótipos (figura 17)

Figura 17 – Umedecimento do solo



Fonte: Autoria própria

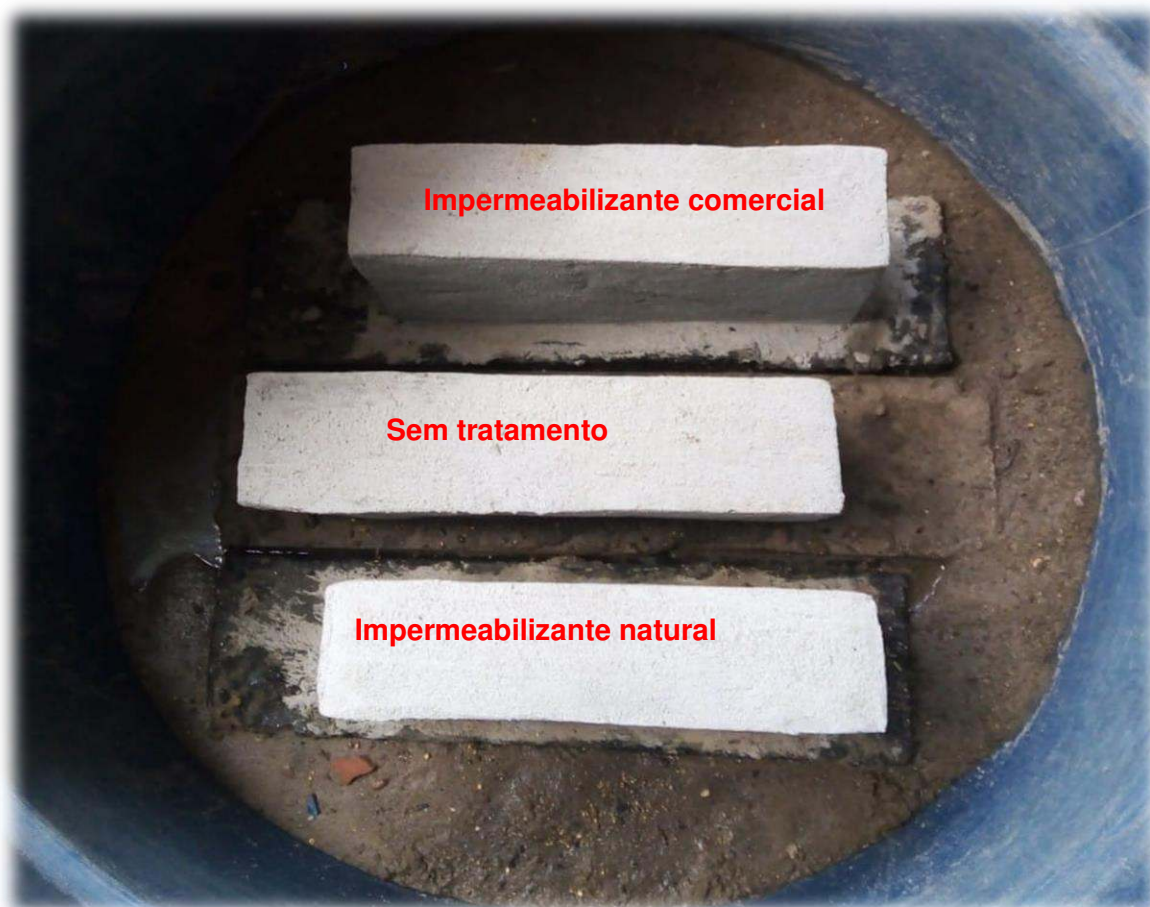
6.5 Realocação das vigas

Como o fenômeno da umidade demoraria dias ou meses para se manifestar nas paredes dos protótipos, isso acabaria por si só inviabilizando este estudo, sem se quer levar em consideração as situações listadas acima. Optou-se então, por mudar o cenário do estudo de caso, por um que pudesse ter um controle maior, tanto de volume desperdiçado de água, quanto de respingos nas paredes dos protótipos.

Uma das alternativas para sanar o problema, seria inserir os protótipos, em um local onde a água permanecesse concentrada e “disponível” para a solicitação das vigas, isso acabaria com a necessidade de se encharcar o solo constantemente dissipando assim uma grande quantidade de água, além de evitar os respingos de água nas paredes dos protótipos. O local escolhido para inserção dos protótipos, foi uma caixa d’água de polietileno, já usada mais que atendia perfeitamente as exigências.

Após realocação dos protótipos dentro da caixa d’água, foi preenchido com areia todos os espaços vazios ente as vigas e entre as vigas e a caixa, ficando apenas as paredes dos protótipos livres de qualquer contato direto com a água (Figura 18)

Figura 18 - Viga em local confinado



Fonte: Autoria própria

6.6 Ação da umidade ascendente por capilaridade

Passados 12 dias de teste, onde as vigas estavam confinadas em um local inóspito e inteiramente encharcado, permanecendo em uma situação extrema, sob constante “ataque” de percolação da água por capilaridade ascendente e por corrosão do concreto microbiologicamente induzida (CCMI), na qual a única passagem de água seria por infiltração nas vigas (ou uma pequena quantidade por evaporação), foi observado que no protótipo que não recebeu nenhum tipo de tratamento, houve uma manifestação de umidade ascendente de aproximadamente 3,0 cm na alvenaria (Figura 19)

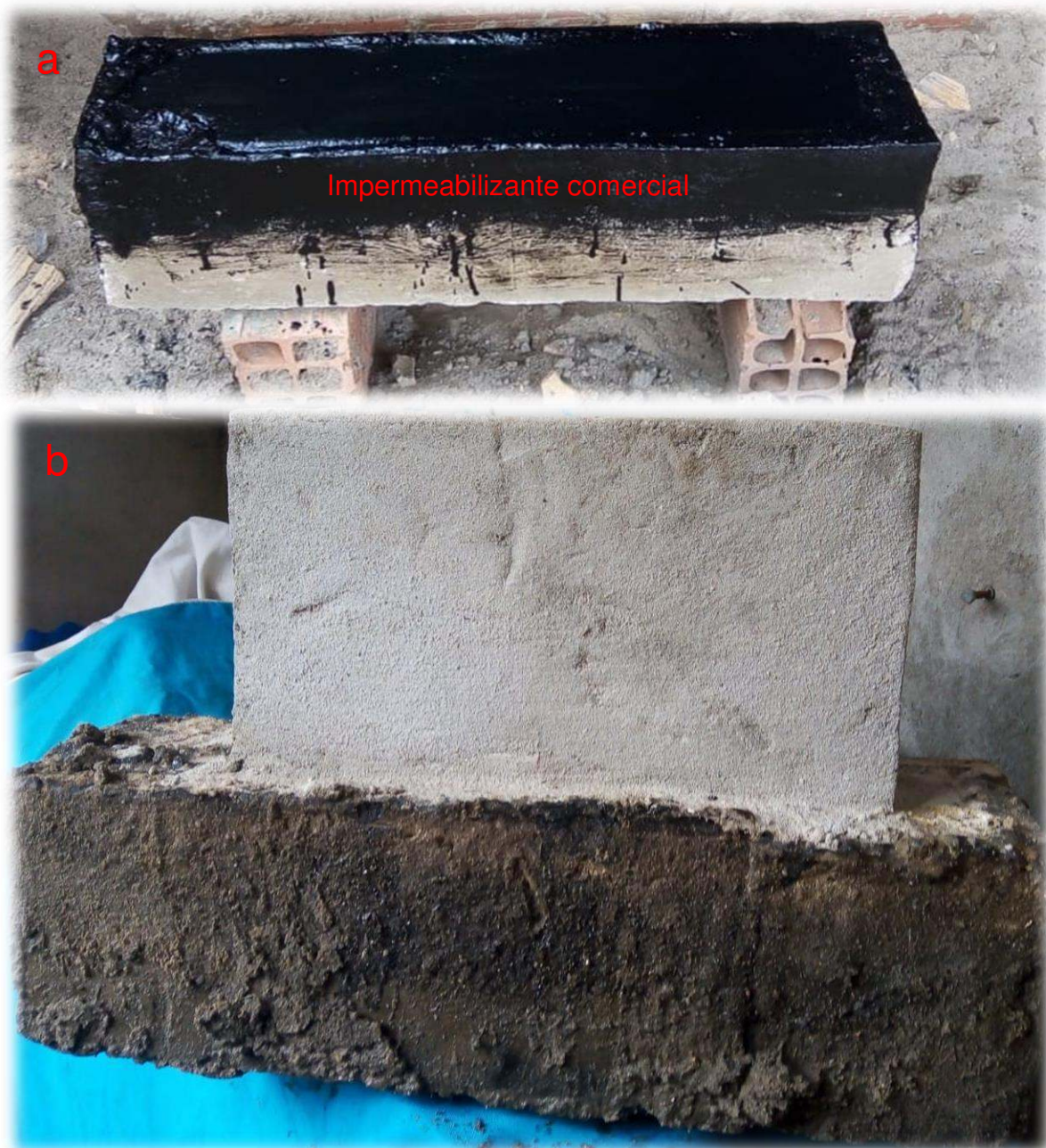
Figura 19 - a) infiltração; b) altura da infiltração



Fonte: Autoria própria

Também foi feita a remoção do protótipo tratado com o impermeabilizante comercial (Neutrol) e foi observado que não houve percolação de água por capilaridade ascendente, porém devido a uma superexposição a qual as vigas baldrame se encontravam, as bactérias redutoras de “sulfato (BRS) presentes na lama de esgoto reduzem os compostos de enxofre a gás sulfídrico (H_2S) e este gás será transformado em H_2SO_4 , por meio da ação das bactérias oxidantes de enxofre (BOE), o qual irá corroer o concreto” (GÓIS; 2016, p. 2), pode-se observar, que a parte lateral da viga baldrame impermeabilizada com o impermeabilizante comercial, não resistiu às ações deletérias provocadas pelos ácidos produzidos por bactérias redutoras de sulfato que estavam presentes na lama em que estavam inseridos os corpos de prova (fig.20).

Figura 20 – a) viga impermeabilizada; b) viga atacada por ácido sulfúrico



Fonte: Autoria própria

Da mesma forma foi removido o protótipo que recebeu o tratamento com o impermeabilizante natural, onde assim como a viga impermeabilizada com o impermeabilizante comercial, também não apresentou nenhum tipo de umidade ascendente por capilaridade na alvenaria, já quando comparado a lateral da viga impermeabilizada com o impermeabilizante natural, vê-se que ela sustentou com excelência a integridade de sua impermeabilização, mediante ao ataque das bactérias (figura 21)

Figura 21 - a) viga impermeabilizada; b) viga atacada por bactérias



Fonte: Autoria própria

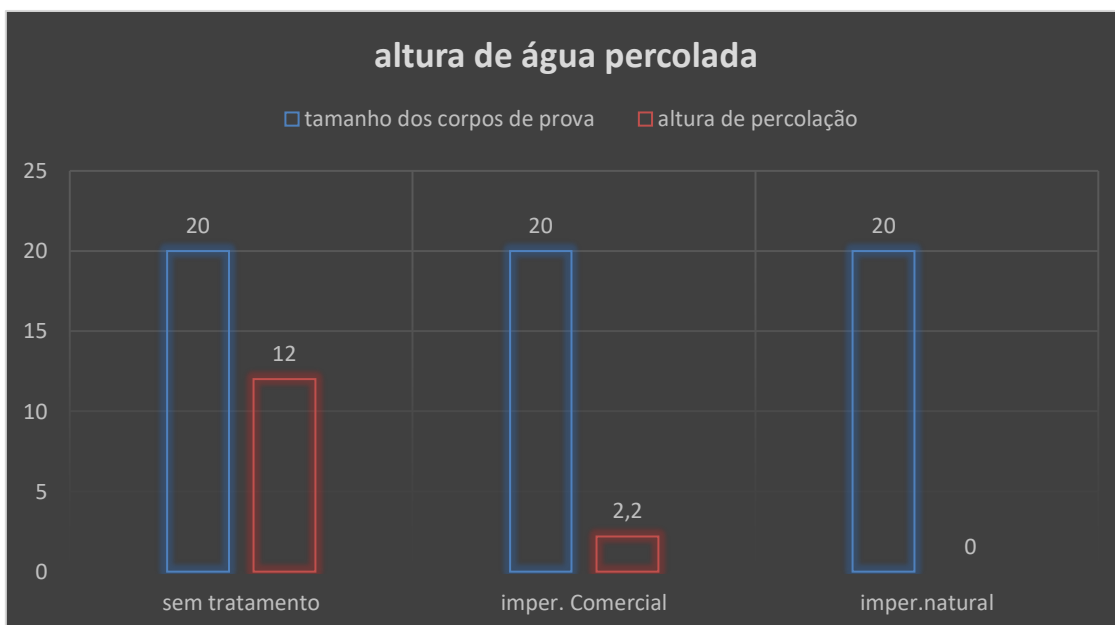
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Percolação de água nos corpos de prova

Com relação ao corpo de prova tratado com impermeabilizante comercial, foi constatado por rompimento diametral de modo a “permitir a anotação da distribuição da água no seu interior” (ABNT, 1995, p. 2), que houve um pico de absorção de água por capilaridade de 2,2 cm.

Foi seguido o mesmo processo de rompimento para o corpo de prova tratado com impermeabilizante natural, e não foi constatado a percolação de água. Em igual processo se fez o rompimento do corpo de prova ao qual não foi atribuído nenhum tipo de tratamento, e foi constatado uma altura de percolação ascendente de aproximadamente 12 cm, fatos estes que podem ser observados abaixo, graficamente (figura 22).

Figura 22 - Altura de percolação da água



Fonte: Autoria própria

Apesar de um dos corpos de prova estar desprovido de qualquer tipo de tratamento contra a absorção de água, ele teve um papel de grande importância para que se tivesse uma percepção melhor daquilo que de fato estava acontecendo no cenário em que estavam inseridos os três corpos de prova, pois através dele, se pode observar a grande ascensão da água sofrida pelo concreto.

Fazendo uma relação entre o corpo de prova que não passou por tratamento impermeabilizante e o corpo de prova tratado com impermeabilizante comercial de boa aceitação no mercado da construção civil, pode-se notar a falta que um tratamento de impermeabilização pode fazer em uma estrutura de concreto, pois a percolação de água foi drasticamente reduzida.

E se fizermos um comparativo entre as alturas de percolação da água nos dois corpos de prova em análise, facilmente se perceberá, que houve uma redução extrema no pico de percolação de água, mais precisamente entorno de 81,7% na absorção de água por capilaridade ascendente.

Aumentado agora a eficiência e rigorosidade desse comparativo, entre os corpos de prova tratados com o impermeabilizante comercial e o impermeabilizante natural, proposto por este trabalho, constata-se que o corpo de prova protegido com o impermeabilizante natural, teve uma eficiência maior na prevenção de absorção de água por capilaridade ascendente, fato este constatado através da não variação da massa de seu corpo de prova e através do seu rompimento diametral, quando não apresentado absorção de água em seu interior.

7.2 Umidade ascendente por capilaridade

No estudo de caso realizado com protótipos de vigas baldrame, que foram devidamente impermeabilizadas tanto com produto comercial, como com o produto natural, onde estiveram inseridas em um ambiente controlado, que propiciava um extremo “ataque” por percolação ascendente de água e que receberam uma alvenaria de “sacrifício”, para que com isso se pudesse observar a olho nu, ascensão da umidade ascendente por capilaridade. Na Tabela 5 apresenta-se os resultados referentes ao estudo de caso a qual foram submetidos os protótipos de vigas baldrame.

Tabela 5 - Manifestação de umidade

Tipos de tratamento	Com umidade	Sem umidade
sem tratamento	X	
Imper. comercial		X
Imper. natural		X

Fonte: Autoria própria

Levando em consideração os dados apresentados pela Tabela 5, observa-se que na viga que não houve tratamento contra percolação de água por capilaridade ascendente, teve a manifestação de umidade, fenômeno natural que se manifesta através dos poros do solo, que trabalham como vasos condutores e que ao encontrarem vigas baldrame e fundações de edificações que não passaram por um tratamento eficiente contra a infiltração de água, acabam por se manifestarem.

Levando o olhar para o resultado referente a alvenaria tecida sobre a viga baldrame tratada com o impermeabilizante comercial, pode-se notar que não apresentou visualmente nenhum tipo de indício de infiltração de água por capilaridade, o mesmo pode ser constatado a respeito da viga baldrame tratada com o impermeabilizante natural.

CONCLUSÃO

Com os resultados deste estudo, pode-se dizer que é possível fazer uma impermeabilização natural sustentável, que atenda satisfatoriamente às normas vigentes, usando produtos naturais, obtendo resultados similares a uma marca comercial existentes.

Porém, a produção do impermeabilizante natural feito a base da resina da *Protium Heptaphyllum*, conhecida regionalmente como breu branco, requer alguns cuidados quando de sua “têmpera”, (termo cunhado pelos tradicionais calafates de pequenas embarcações regionais, para se referirem ao processo de fusão entre o soluto (breu) e o solvente (óleo de soja), na feitura do impermeabilizante) como por exemplo: atinge uma temperatura muito elevada no intervalo de fusão, podendo vir a causar queimaduras graves caso entre em contato com a pele; não se deve em hipótese alguma permitir que o impermeabilizante receba qualquer respingo de água, principalmente no processo de têmpera, pois isso provocaria uma reação exotérmica de calefação da água, podendo vir a respingar para fora do recipiente de produção; a superfície a qual deve ser aplicado o impermeabilizante natural, deve estar limpa e principalmente seca, pois o contato do impermeabilizante com a umidade antes de sua aplicação, pode ocasionar a sua solidificação precedentemente, antes de impregnar nos poros da superfície.

Levando em consideração os resultados obtidos por este trabalho, confirma-se a eficiência de aplicabilidade da resina exsudada da almecegueira *Protium Heptaphyllum* na impermeabilização de vigas baldrame e fundações de edificações, pois tanto no ensaio de percolação de água por capilaridade ascendente, como no estudo de caso referente a impermeabilização de vigas baldrame, obteve-se resultados tão satisfatórios quanto os apresentados pela marca comercial já em uso no mercado.

Com isso, conclui-se que houve êxito no cumprimento do desafio proposto por este trabalho de pesquisa, em apresentar um produto feito à base de matéria prima vegetal, que se aproximasse o máximo possível dos resultados apresentados pelo produto de marca comercial.

Porém, a descoberta que coroou este estudo foi a constatação de uma resistência extraordinária do impermeabilizante natural, referente às ações deletérias provocadas nas estruturas pelo ácido sulfúrico (H₂SO₄) produzido por bactérias que atacam os compostos do enxofre.

Fica aqui como proposta para uma possível pesquisa de aprofundamento sobre o tema, a tentativa de aumentar a sua resistência a choques mecânicos quando de sua solidificação e fica também o desafio para a produção de uma massa a base da mesma resina com o intuito de servir de rejunte para revestimento de piscinas.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 9574**: Execução de impermeabilização, 14. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- ABNT. **NBR 9779**: Argamassa e concreto endurecidos -Determinação da absorção de água por capilaridade, 2. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.
- ABNT. **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. Disponível em: <http://www.abnt.org.br>. Acesso em: 27 maio 2022.
- CARVALHO, Y. M.; PINTO, V. G. Panorama histórico do combate à umidade. **THEMA**, v. 17, p. 45-56, 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.15536/thema.V17.2020.45-56.1530>.
- CITÓ, A. M. G. L.; COSTA, J. A. D.; LOPES, V. M. M.; OLIVEIRA, M. H. Identificação de constituintes voláteis de frutos e folhas de *Protium heptaphyllum* aubl (March). *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, v. 8, n. 4, p. 4-7, 2006
- DALY, D C. **Burseraceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/FB68>. Acesso em: 20 jun. 2022.
- DOMENTE, Vitor Dressano; MATTOS, Patrícia Póvoa. **Crescimento de *Protium heptaphyllum* no Pantanal da Nhecolândia, Mato**. [S. l.: s. n.], 2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/869564/1/019R.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2022
- FARIAS, Bruno Matos de; SOUZA, Ademir Francisco. Impermeabilização Em Vigas Baldrame: **Engenharia Na Prática: Construção E Inovação**, v. 111, 2022. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/345/269>. Acesso 22 maio 2022.
- GÓIS, Thaís de Souza. **Estudo da corrosão do concreto**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitoria, 2006. Disponível em: <https://lemac.ufes.br/sites/lemac.ufes.br/files/field/anexo/Thais%20Gois.pdf>. Acesso em: 22 out. 2022.
- LIMA, Suelen Cristina de Sousa. **Propagação Vegetativa do *Protium* spp: *Protium heptaphyllum*, *Protium***. [S. l.: s. n.], 2012. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/952515/1/2934.pdf>. Acesso em: 07 maio 2022
- FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO. **Um pé de quê?**. [S. l.: s. n.], 2010. Disponível em: <http://www.umpedeque.com.br/arvore.php?id=659#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20morfol%C3%B3gicas%3A,escura%2C%20rica%20em%20resina%20arom%C3%A1tica>. Acesso em: 19 jun. 2022.
- MORAES, Cláudio Roberto Klein de. **Impermeabilização em lajes de cobertura**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2708/000375437.pdf?sequence=1>.
- PAES, Orlando Amazonas da Rocha Loureiro. **SÍNTESE DE DERIVADOS TRITERPÊNICOS**. [S. l.: s. n.], 2009.
- PESSOA, Otília Desdênia Loiola; TREVISAN, Maria Tereza Salles; LEMOS, Telma Leda Gomes; BANDEIRA, Paulo Nogueira. Metabólitos Secundários de *Protium heptaphyllum* MARCH. **Quim. Nova**, v. 25, n. 6, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/9jPDwmTtkWJbddJqMZWw9ML/?format=pdf&lang=pt>.
- RODRIGUES, Maria Ivanildes de Araujo. **Anatomia do eixo vegetativo aéreo de *protium heptaphyllum***. 2007. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociencias, Botucatu, 2007. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150034/rodrigues_mia_dr_bot_par.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

SANTOS, Diego Hálamo dos. **Sistema de impermeabilização**: estudo do procedimento de execução em uma obra no município de Juazeiro do Norte. 2016. Dissertação (Mestrado) - Universidade Regional Do Cariri – Urca, 2016.

SANTOS, O.; LAMPREIA, C.; RIGUEIRA, J.; NUNES, S. A resinagem no Pinhal de Leiria e a.” EA NAS ESCOLAS E UNIVERSIDADES. **Ambientalmente sustentável**, v. 2, n. 20, 2015. Disponível em: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/22268/AS_20_2015_art_71.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

SILVA, Rafaela Oliveira da. Custos de manutenção e reformas de estruturas por falta do sistema de impermeabilização. 2021. TCC (Bacharel em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1464>.