

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA TRÊS TIPOS DE
IMPERMEABILIZAÇÃO**

EDIMAR HILÁRIO MONTES FILHO

**Rio Verde, GO
2022**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA TRÊS TIPOS DE
IMPERMEABILIZAÇÃO**

EDIMAR HILÁRIO MONTES FILHO

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Marcell Willian Reis Sales
Co-orientadora: Prof.(a). Bruna Vilela Buiatte Silva

Rio Verde – GO

Abril, 2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

FF481a Filho, Edimar
Análise de Viabilidade Para Três Tipos de Impermeabilização / Edimar Filho; orientador Marcel Sales; co-orientadora Bruna BUiatte. -- Rio Verde, 2022.
54 p.

TCC (Graduação em Engenharia Civil) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

1. Manta asfáltica. 2. argamassa impermeabilizante. 3. manta de pvc. 4. impermeabilização. I. Sales, Marcel, orient. II. BUiatte, Bruna, co-orient. III. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Edimar Hilário Montes Filho

Matrícula: 2014102200840198

Título do Trabalho: Análise de Viabilidade para 3 tipos de Impermeabilização.

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 29/04/2022

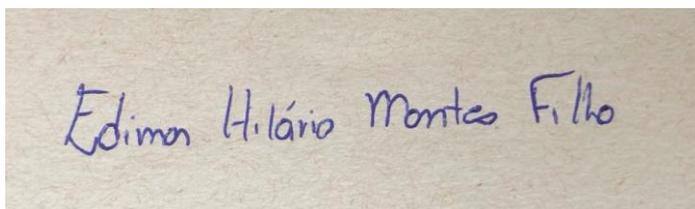
O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 21 de abril de 2022.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Maral Williams Reis Sely
Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 28/2022 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) 18 dia(s) do mês de abril 2022, às 19 horas e 30 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: orientador Marcel Willian Reis Sales e coorientadora Bruna Vilela Buiatte Silva, Philippe Barbosa Silva, Charles Pereira Chaves, para examinar o Trabalho de Curso intitulado "Análise de Viabilidade para três tipos de Impermeabilização" do(a) estudante Edimar Hilário Montes Filho, Matrícula nº 2014102200840198 do Curso de Engenharia Civil do IF Goiano - Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao(a) estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do(a) candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO mediante ao atendimento de todas as correções sugeridas pela banca. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Marcel Willian Reis Sales

Orientador(a)

(Assinado Eletronicamente)

Philippe Barbosa Silva

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Charles Pereira Chaves

Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- Charles Pereira Chaves, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 20/04/2022 09:53:15.
- Philippe Barbosa Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 19/04/2022 08:25:09.
- Flavio Hiochio Sato, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/04/2022 21:39:52.
- Marcel Willian Reis Sales, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/04/2022 21:08:10.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 18/04/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 379821

Código de Autenticação: ecc61bc6ed



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

EDIMAR HILÁRIO MONTES FILHO

**ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA TRÊS TIPOS DE
IMPERMEABILIZAÇÃO**

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 18 de abril de 2022, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof. Dr. Marcel Willian Reis Sales
Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Philippe Barbosa Silva
Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Charles Pereira Chaves
Instituto Federal Goiano

Rio Verde – GO

Abril, 2022

RESUMO

MONTES FILHO, Edimar Hilário. **Análise de Viabilidade para três tipos de Impermeabilização.** 2021. Novembro. Monografia (Curso de Bacharelado em Engenharia Civil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2021.

A impermeabilização é um processo importante na execução de uma obra, pois infiltrações podem ocasionar manifestações patológicas severas. Há diversos sistemas de impermeabilizantes disponíveis, bem como diversos produtos, porém com as especificações e recomendações para cada tipo de local e etapa, cabendo então ao consumidor escolher aquele que apresenta uma maior viabilidade, claro que deve também escolher um sistema de impermeabilização de acordo com o local a ser aplicado. O presente trabalho foi desenvolvido com a proposta de comparar, através de um método de análises efetivas, a aplicação de três impermeabilizantes. Tem-se como objetivo geral, resultar a melhor viabilidade entre três tipos de impermeabilização, sendo elas a Manta asfáltica, a Argamassa impermeabilizante e a Manta de PVC. Para esse resultado utilizou-se o método de análise AHP, feito com o software EXCEL. O objeto de estudo de caso é uma área de estacionamento no subsolo de um prédio, Residencial Cipreste, no município de Rio Verde - GO, com área total de 2.351,4 m², porém retirando e descontando as escadas e elevadores a área a ser impermeabilizada é de 2.326,9 m². Considerou-se o contato direto com grande fluxo de carros, não há incidência direta do sol. Foi obtido como resultado que a Argamassa Impermeabilizante, diante de variáveis matrizes feitas dentro do método AHP, considerando critérios e subcritérios de âmbito social, econômico e ambiental, é o impermeabilizante de maior viabilidade para este caso. A escolha deste método de análise (AHP) proporciona um resultado confiável com uma boa base de dados técnicos para a execução do mesmo.

Palavras-chave: argamassa polimérica, estacionamento, manta asfáltica, manta de pvc.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Emissão total de CO2 no transporte dos impermeabilizantes	34
Tabela 2 - Custo Total dos Produtos e Mão de Obra da Manta Asfáltica	35
Tabela 3 - Custo Total dos Produtos e Mão de Obra da Argamassa Impermeabilizante	35
Tabela 4 - Custo Total dos Produtos e Mão de Obra da Manta de PVC	36
Tabela 5 - Matriz de comparação par a par das alternativas com relação ao subcritério “Durabilidade do produto”	41
Tabela 6 - Matriz de comparação par a par das alternativas com relação ao subcritério “Emissão de CO2 no transporte”	41
Tabela 7 - Matriz de comparação par a par das alternativas com relação ao subcritério “Valor da mão-de-obra”	41
Tabela 8 - Matriz de comparação par a par das alternativas com relação ao subcritério “Valor total dos produtos”	41
Tabela 9 - Matriz de comparação par a par das alternativas com relação ao subcritério “Geração de serviços”	42
Tabela 10 - Matriz de comparação par a par das alternativas com relação ao subcritério “Manifestações patológicas”	42
Tabela 11 - Matriz de comparação dos subcritérios “Durabilidade do produto” e “Emissão de CO2 no transporte” à luz do critério “Ambiental”	43
Tabela 12 - Matriz de comparação dos subcritérios “Valor da mão-de-obra” e “Valor total dos produtos” à luz do critério “Econômico”	43
Tabela 13 - Matriz de comparação dos subcritérios “Geração de serviços” e “Manifestações patológicas” à luz do critério “Social”	43
Tabela 14 - Matriz de comparação dos critérios à luz do foco principal.....	44
Tabela 15 - PML's das alternativas frente os subcritérios.....	45
Tabela 16 - PML's dos subcritérios frente o critério “ambiental”	45
Tabela 17 - PML's dos subcritérios frente o critério “econômico”	46

Tabela 18 - PML's dos subcritérios frente o “critério social”.....	46
Tabela 19 - PML's dos critérios frente o “foco principal”	46
Tabela 20 - PG's das alternativas frente o foco principal	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas do processo de impermeabilização.....	15
Quadro 2 - Principais materiais utilizados	16
Quadro 3 - Escala numérica de Saaty.....	28
Quadro 4 - Critérios e subcritérios relevantes a avaliação de alternativas na escolha do impermeabilizante	32
Quadro 5 - Legenda das alternativas	40
Quadro 6 - Julgamentos paritários das alternativas à luz dos subcritérios.....	40
Quadro 7 - Julgamentos dos subcritérios em relação aos critérios correspondentes	42
Quadro 8 - Julgamentos dos critérios em relação ao objetivo principal	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Manta asfáltica.....	17
Figura 2 - Aplicação da manta asfáltica	19
Figura 3 - Argamassa polimérica	20
Figura 4 - Aplicação da argamassa polimérica.....	21
Figura 5 - Manta de PVC	22
Figura 6 - Aplicação da manta de PVC	23
Figura 7 - Fluxograma da metodologia utilizada no trabalho.	26
Figura 8 - Planta baixa do projeto de estacionamento subsolo	27
Figura 9 - Estrutura hierárquica do método AHP.....	28
Figura 10 - Rendimento quilométrico e emissões de CO2 por modalidade.....	30
Figura 11 - Durabilidade dos sistemas de impermeabilização	33
Figura 12 - Estrutura hierárquica do problema.....	38
Figura 13 - Conversão da escala verbal em escala numérica	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	Breve Histórico da Impermeabilização.....	12
2.2	Impermeabilização na Construção Civil.....	13
2.3	Sistemas de Impermeabilização	15
2.4	Manta Asfáltica.....	17
2.4.1	Método de aplicação manta asfáltica.....	18
2.4.2	Durabilidade da manta asfáltica	19
2.5	Argamassa Polimérica	20
2.5.1	Método de aplicação argamassa polimérica	21
2.5.2	Durabilidade da argamassa polimérica.....	21
2.6	Manta de PVC.....	22
2.6.1	Método de aplicação manta de PVC.....	23
2.6.2	Durabilidade da manta de PVC	24
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
4	MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1	Caracterização da Área de Estudo	26
4.2	Método AHP	27
4.3	Critério Ambiental	29
4.4	Critério Econômico.....	30
4.5	Critério Social	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1.1	Modelagem dos critérios	32
5.2	Critério Ambiental	33

5.2.1	Durabilidade do produto	33
5.2.2	Emissão de CO ₂ no transporte	34
5.3	Critério econômico	34
5.3.1	Mão de obra	34
5.3.2	Custo total dos produtos	35
5.4	Critério Social	36
5.4.1	Geração de serviços	37
5.4.2	Manifestações patológicas	37
5.5	Avaliação das Alternativas pelo Método AHP	37
5.5.1	Etapa 1 - Construção da hierarquia do problema	38
5.5.2	Etapa 2 – Julgamentos de valor	38
5.5.3	Etapa 3 – Normalização dos quadros de julgamentos	44
5.5.4	Etapa 4 – Prioridades médias locais e globais (PML e PG)	44
6	CONCLUSÃO	48
A.	ANEXO A – ORÇAMENTO E PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA MANTA DE PVC	

53

1 INTRODUÇÃO

A água é um dos principais motivos influenciadores de patologias em obras, tanto na sua funcionalidade, acarretando em prejuízos financeiros, como danos aos bens materiais, a saúde e conforto do usuário. Por esta razão, a impermeabilização surgiu para controlar de certa forma essa consequência de deterioração que a água provoca, como as infiltrações que levam às diversas patologias estruturais em obras, desde leves às graves. A sociedade lida com os problemas que água traz em lugares indesejados há muito tempo, desde os primórdios. Assim, as técnicas de impermeabilização foram sendo estudadas e consequentemente evoluindo.

A impermeabilização é o processo que protege a edificação de infiltrações, passagens indesejáveis de água e vapores. Este processo aumenta a vida útil estrutural, além de melhorar as condições de habitação no local. Portanto, a impermeabilização é considerada essencial. Segundo a NBR 9575 (2010), é um elemento obrigatório a existência de um projeto de impermeabilização em uma obra. Existem diversas maneiras de realizar a impermeabilização de uma obra. Exemplos são a manta asfáltica, argamassa impermeabilizante e manta de PVC. Estes tipos de processos impermeabilizantes possuem elementos importantes, que devem ser levados em conta, tais como: ambientes, umidade, temperatura, tipos de materiais e etc.

Problemas com a falta de impermeabilização vêm sendo observados ao longo do tempo. De acordo com a Vedacit Impermeabilizantes (2011), os Romanos e os Incas utilizavam impermeabilizantes à base de albumina como, por exemplo, clara de ovo, sangue, óleos e entre outros. No Brasil, pode-se obter alguns exemplos a partir das cidades históricas, que mantêm igrejas e pontes em perfeito estado graças ao óleo de baleia. Estes óleos eram adicionados em argamassas, as quais funcionavam como um plastificante natural.

Grande quantidade das falhas de uma impermeabilização é dada a sua inexistência ou a falta de importância que é atribuída na concepção de seu projeto. O projeto de impermeabilização tem como finalidade analisar, elaborar, detalhar e descrever o melhor método e material a ser adotado, com o propósito de alcançar um satisfatório comportamento da impermeabilização e compatibilização com demais projetos da edificação (CAPRARO et al., 2021).

Em projetos de engenharia, a viabilidade econômica tem uma grande deliberação nas escolhas de materiais. Os impermeabilizantes são materiais industrializados que no geral possuem um custo elevado. No entanto, antes de se buscar produtos com custos mais baixos,

recomenda-se considerar a questão de qualidade e da vida útil do material escolhido (RODRIGUES et al., 2016).

Por haver no mercado uma grande variedade de produtos destinados a atividade de impermeabilização, com diferentes composições, preços, princípios de funcionamento e modos de aplicação, o objetivo desse trabalho foi realizar uma análise comparativa de eficiência, para selecionar, dentre três impermeabilizantes, o método mais viável a partir de dados obtidos através de pesquisas científicas somados a utilização de um método comparativo denominado AHP (Analytic Hierarchy Process).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico serão apresentados estudos referenciais que somem dados úteis no presente trabalho.

2.1 Breve Histórico da Impermeabilização

Quando se pensa na proteção de uma construção a impermeabilização é a técnica mais habitualmente utilizada. A umidade sempre foi uma preocupação para o homem, desde o tempo em que habitava nas cavernas, percebeu que a umidade começava no solo e penetrava pelas paredes, o que tornava a vida dentro delas precárias. Desde muito tempo procuram-se soluções a fim de proteger a vida útil das construções (LUMUANGIKI et al., 2019).

Segundo Arantes (2007), a respeito dos primeiros materiais utilizados como impermeabilização, foi o betume, que é uma mistura de hidrocarbonetos que provém da decomposição de matéria orgânica. O betume foi utilizado em diversas obras históricas, como, por exemplo, a muralha da china, as pirâmides do Egito, algumas múmias também foram protegidas com o betume natural, e no Brasil, já se utilizaram óleos de baleia misturados na argamassa para assentar tijolos e também utilizada em revestimentos que precisavam de impermeabilização (ARANTES, 2007).

A partir da revolução industrial no século XIX, houve grande investimento e evolução no ramo da construção civil, visto que a arquitetura de telhados inclinados para vazão de água já era uma moda um pouco mais arcaica, sendo assim as casas começaram ser construídas com vãos horizontais, lajes acompanhadas com terraço, e com isso identificou-se surgimento de trincas, infiltrações, visto que as estruturas podem se retrair ou expandir de acordo com a temperatura do clima (ARANTES, 2007).

Foi desenvolvido no início do século XX polímeros sintéticos. Assim foi possível o surgimento e novos materiais de construção com maior extensibilidade, elasticidade e maior desempenho também, que conseqüentemente melhorou a impermeabilização. Eis uma área que precisava de maiores investimentos da ciência e do ramo de construção civil, a

impermeabilização. Houve diversas reuniões para estabelecer as normas técnicas brasileiras de impermeabilização na ABNT, e é importante dizer que a impermeabilização era de fato algo que precisava de uma normalização. A impermeabilização é algo tão importante na construção civil que no ano de 1975 ocorreu à inauguração do Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), para poder divulgar a importância do recurso e prosseguir com os trabalhos de normalização (ARANTES, 2007).

Na construção civil a impermeabilização sempre foi uma das maiores preocupações, uma vez que se for feita uma má execução dessa impermeabilização, é motivo suficiente para manifestar diversas patologias na obra. E em alguns casos, devido à contenção de custos, falta de informação, má execução ou não execução, patologias podem surgir durante e/ou no pós-obra o que, conseqüentemente, pode gerar custos até quinze vezes maiores do que se fosse executado no andamento da obra (RIGHI, 2009).

Mas infelizmente mesmo que estas informações disponíveis à sociedade, não são todos que aproveitam a importância de tais conhecimentos. Diversos estudos identificaram que a má ou não aplicação de impermeabilização pode gerar problemas que afetam todo o capital do cliente, ou seja, causa diversas patologias na obra e ocasiona prejuízos que vai de 5 a 20% da obra, mas em contrapartida se fosse feita a impermeabilização, o custo seria em torno de 1 a 3% do valor total (PIRONDI, 1988).

2.2 Impermeabilização na Construção Civil

A água quando é infiltrada pode causar diversos danos estruturais e estéticos, além de causar diversos prejuízos financeiros, pois danifica futuras melhorias de pintura, também estruturas físicas da própria construção, por esta razão é muito importante e fundamental a impermeabilização no projeto de construção (SOUZA; BÉ, 2014).

Segundo Curotto (2008), a umidade é encontrada em diversas situações, porém também se encontra em materiais de construção, no solo, na madeira, entre outras superfícies, se não for feita a impermeabilização correta, causa diversos problemas que no decorrer do tempo provoca prejuízos grandes.

A impermeabilização é uma etapa dentro da construção indispensável para que se tenha uma construção duradoura e segura, por isso necessita de projeto específico assim como um

projeto de instalação elétrica, arquitetônico, etc., garantindo que sua execução seja feita de maneira correta. Este projeto deve conter detalhadamente os produtos a serem usados e a forma de execução de cada método utilizado (AMORIM; ACIOLI, 2018).

A impermeabilização possui grande relevância, pois permite habitabilidade da construção civil, protegendo a edificação de inúmeros problemas patológicos que poderão surgir com a infiltração de água, integradas à atmosfera, oxigênio e outros componentes agressivos da atmosfera (gases poluentes, chuva ácida, ozônio), visto que uma grande quantidade de materiais da construção civil sofre um processo de deterioração e degradação, em decorrência da presença dos meios agressivos da atmosfera (LUMUANGIKI et al., 2019).

É certo que aproximadamente 42% das falhas de estanqueidade, cujo processo verifica se existem vazamentos na obra, é consequência da falta de projeto de impermeabilização e de utilização de produtos inadequados. Pois é necessário escolher o melhor método de impermeabilização, de acordo com a necessidade, ou seja, utilizar um método rígido, sendo que seria necessário utilizar flexível, é o mesmo que não fazer o serviço de impermeabilidade direito. Novamente ressalta-se que as falhas nas construções geram prejuízos que se aproximam ou até mesmo ultrapassam 5% a 20% do valor total da construção, lembrando que para sanar os problemas no imóvel, é necessário grande desgaste tanto financeiro quanto para os usuários do imóvel, por ter que quebrar revestimentos, gera transtornos (ANTONELLI, et. al., 2002).

Como citado por Amorim & Acioli (2018), o primeiro passo é a contratação de um profissional habilitado para desenvolver o projeto, passando a seguir pela fase do projeto básico, analisando os diversos projetos envolvidos (arquitetura, estrutura, instalações, paisagismo, etc.). Em prosseguimento, deverá identificar as áreas a serem impermeabilizadas e o tipo de sistema empregado.

Conforme Lumuangiki et al. (2019), as principais funções da impermeabilização são:

- Aumentar a durabilidade dos edifícios;
- Impedir a passagem de água que é um dos líquidos que contribui para a corrosão das armaduras do concreto;
- Proteger as superfícies de umidade, manchas, fungos, etc.;
- Garantir ambientes salubres.

O Quadro 1 apresenta três fases do processo de impermeabilização.

Quadro 1 - Etapas do processo de impermeabilização

FASE 1: Preparo da superfície e regularização	Limpeza Geral
	Regularização: Declividade > 1% (NBR 9574, 1986).
FASE 2: Impermeabilização	Impermeabilização de acordo com o projeto
	Imprimação asfáltica: entre substratos e a manta
	Teste de estanqueidade: comprovar a eficiência
FASE 3: Sistemas auxiliares e complementares	Camadas
	Proteções
	Tratamento de juntas

Fonte: Lumuangiki et al., 2019.

2.3 Sistemas de Impermeabilização

Segundo o entendimento científico do trabalho, é possível perceber que os estudos acerca do processo de impermeabilização foram evoluindo de acordo com as necessidades da humanidade. Deste modo, foi possível identificar que alguns impermeabilizantes não atendem certas necessidades, onde projetistas e construtores precisam avaliar o comportamento físico da superfície que será impermeabilizada. Precisa-se também verificar a atuação da água sobre o elemento para que após possa escolher o tipo/método certo e eficaz para a presente situação (FERREIRA, 2013).

De acordo com Amorim & Acioli (2018), os sistemas impermeabilizantes são classificados quanto as suas características de aderência, flexibilidade, composição e pelo método de sua aplicação. Inclusive, as classificações existentes para os materiais impermeabilizantes conforme referências normativas e especialistas da área estão listados abaixo:

a) Aderência: São classificados de acordo com a aderência entre a impermeabilização e o substrato, quando fixados por fusão do material impermeabilizante ou colagem de adesivos, e pela sua ausência da fixação ao substrato.

Quanto à aderência ao substrato, os sistemas de impermeabilização, segundo MORAES (2002), podem ser classificados como:

- Aderido: Quando o impermeabilizante é fixado totalmente ao substrato, seja ela por asfalto quente ou maçarico, colagem com adesivos ou fusão do próprio material;

- Semiaderido: Quando a aderência está localizada em apenas alguns pontos do edifício, como ralos e sacadas;
- Flutuante: Quando o impermeabilizante está totalmente solto encima do substrato, são utilizadas em locais onde a estrutura sofre grandes deformações.

b) Flexibilidade: Usualmente, as fabricantes como Denver e Viapol, classificam os impermeabilizantes em três grupos: rígidos, semiflexíveis e flexíveis.

c) Método de execução: Podem ser considerados em relação ao processo de execução em tipos realizados in loco (grande parcela dos impermeabilizantes) e pré-fabricados (manta asfáltica, por exemplo).

d) Material: Segundo Oliveira (2013), os sistemas de impermeabilização podem ser classificados de acordo com a composição do material como: argamassas, cristalizantes, asfálticos e poliméricos.

Conforme Freire (2007), o Quadro 2 relaciona-se, de acordo com a flexibilidade, especificações mais utilizadas à base dos materiais citados acima.

Quadro 2 - Principais materiais utilizados

(continua)

SISTEMAS QUANTO À FLEXIBILIDADE	MATERIAL UTILIZADO
RÍGIDO	Concreto impermeável com aditivos
	Concreto impermeável sem aditivos
	Argamassa com hidrofugantes
	Cimentos impermeabilizantes e polímeros
	Cimentos impermeabilizantes e líquidos seladores
SEMI-FLEXÍVEL	Argamassa aditivadas com polímeros
	Epóxi isento de solventes
	Epóxi cinza
	Epóxi flexibilizado

Fonte: Freire, 2007.

Quadro 2 - Principais materiais utilizados

(conclusão)

FLEXÍVEL	Membranas - moldadas in loco	Membranas asfálticas	A quente (com asfalto oxidado)
			A frio (emulsão asfáltica)
			Solução asfáltica modificada com polímeros (geralmente a frio)
		Membranas poliméricas	
		Membranas elastoméricas - ex. neoprene, hypalon	
		Membranas acrílicas	Sem adição de cimento
	Com adição de cimento (MAI)		
	Mantas - pré fabricado	Mantas asfálticas	
		Mantas poliméricas	
		Mantas elastoméricas - ex. butílicas, EPDM	
Mantas plásticas - ex. PVC, PEAD			

Fonte: Freire, 2007

2.4 Manta Asfáltica

A manta asfáltica é considerada um tipo de impermeabilizante que, quando aplicado em superfícies, forma uma membrana bloqueadora, permitindo a vedação da estrutura contra a ação da água, conforme é mostrado na Figura 1 (CORADIN, 2020).

Figura 1 - Manta asfáltica

Fonte: Soluções Industriais (2022).

As mantas asfálticas são feitas a base de asfaltos modificados com polímeros e com estruturas especiais, podem ser classificadas de acordo com a tração, alongamento e flexibilidade a baixa temperatura (VEDACIT, 2010).

As mantas asfálticas são os produtos mais utilizados como impermeabilizantes no Brasil desde muito tempo, segundo Soares (2014). Isso ocorre devido à mão de obra existente no país ter se adaptado rapidamente à sua aplicação, bem como a fácil disponibilidade de matéria prima. Soares (2014) também concluiu que essas mantas, por serem pré-fabricadas, são componentes de um sistema considerado industrializado.

Há muita vantagem em utilizar a manta asfáltica, visto que possui uma espessura constante, é aplicada em um curto tempo comparado a outros métodos de impermeabilização, não há necessidade de aguardar secagem, e pode ser aplicada uma única vez, é de fácil fiscalização (MELLO, 2005).

Este produto tem maior durabilidade e elasticidade, devido ser um material asfáltico modificado com adição de elastômeros, plastômeros ou polímeros somados com diversos tipos de materiais tendo como os mais comuns, filme polietileno, borracha, poliéster e fibras de vidro. Estes materiais podem ser alterados mediante a necessidade da obra, como resistência a perfuração, ou menor custo, ou maior resistência ao puncionamento, logo que cada um tem suas próprias características (FIBERSALS, 2017).

As mantas asfálticas existem em vários tipos diferentes, e suas variações dependem da sua composição, do estruturante interno, do acabamento externo e da sua espessura. E ainda, o método de aplicação deste produto inicia-se com uma demão de primer sobre a superfície regularizada e seca, aguardando sua secagem (SILVA; E SILVA, 2019).

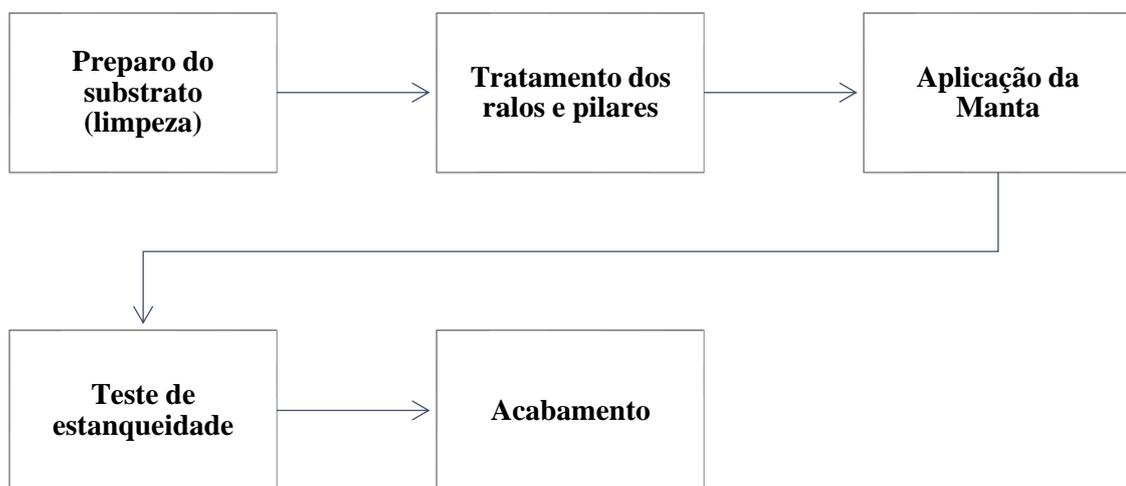
2.4.1 Método de aplicação manta asfáltica

Para Cocito (2006) essa técnica de impermeabilização consiste na aplicação de uma camada impermeável, sendo executada através da aplicação asfáltica com ou sem utilização de armadura, necessitando de algumas demãos do produto.

De acordo com Sika Brasil (2022), e conforme o esquema da Figura 2, primeiramente deve ser feito um preparo do substrato onde será aplicada esta manta. A superfície deve estar seca, limpa e não deve possuir nenhum tipo de material sobre o local desejado. Depois desse

preparo deve ser feito o tratamento dos ralos, caso tenha, e tratamento de pontos emergentes como pilares. Feito isso se inicia o processo de aplicação da manta asfáltica. Depois da aplicação deve ser realizado o teste de estanqueidade, onde se tampa qualquer área permeável, ralos e etc. E por fim o acabamento, com uma colher de pedreiro aquecida deve-se fazer o biselamento das emendas. Essas informações de aplicação são fornecidas no manual do produto.

Figura 2 - Aplicação da manta asfáltica



Fonte: Autor, 2022.

2.4.2 Durabilidade da manta asfáltica

Embora alguns fabricantes informem que a durabilidade média do produto é de cerca de 20 anos, em geral a manta asfáltica apresenta vida útil com estanqueidade total entre 5 a 10 anos, já que com o passar do tempo ela perde a flexibilidade e se torna quebradiça, apresentando falhas na fixação e diversos outros problemas, como infiltrações e vazamentos (COBERTURAS LEVES, 2019).

2.5 Argamassa Polimérica

Silva & Silva (2019), afirmam que as argamassas poliméricas são como materiais compostos por cimentos especiais e látex de polímeros aplicados sob a forma de pintura sobre o substrato, formando uma película impermeável, de excelente aderência e que assegura a impermeabilização para pressões d'água positivas e/ou negativas, como é mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Argamassa polimérica



Fonte: VR Impermeabilizações (2022).

Dessa forma, refere-se a uma argamassa de cimento que dispõe em sua composição alterações feitas por polímeros, que são bi componentes e à base de cimento, adicionando-se à mistura minerais inertes, polímeros acrílicos e aditivos (SILVA; E SILVA, 2019).

De acordo com Soares (2014), devido à presença dos polímeros acrílicos torna o sistema mais flexível, fazendo com que seja capaz de suportar pequenas movimentações da estrutura. É por esta razão que os fabricantes classificam o produto como semiflexível. Apesar de tudo, ainda se trata de uma argamassa rígida como cimento.

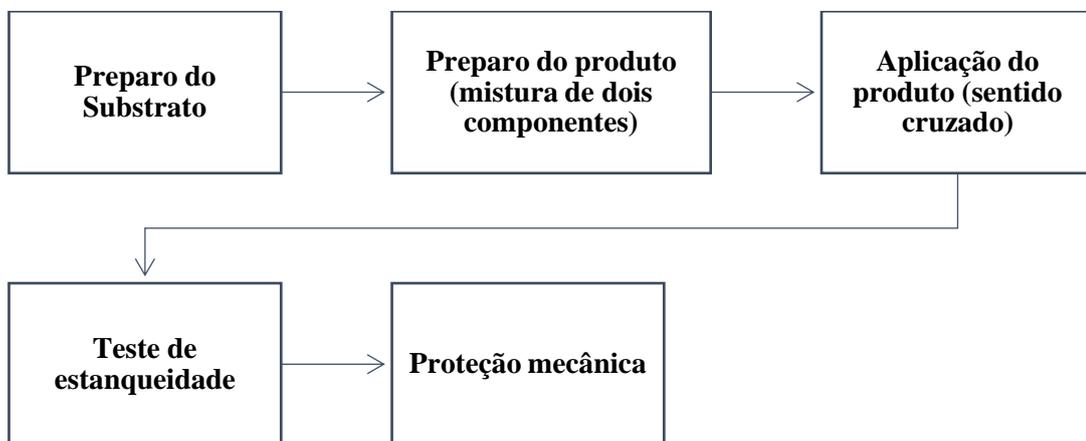
Salgado (2009) conclui que o material resiste a pressões positivas e negativas e acompanhada de maneira satisfatória, pequenas movimentações das estruturas, e que a impermeabilização decorre da formação de um filme de polímeros que impede a passagem da água e da granulometria fechada dos agregados contidos na porção cimentícia.

A resistência a pressões hidrostáticas positivas, fácil aplicação, não alteração da potabilidade da água, bem como sua função de barreira contra sulfatos e cloretos, uniformizando e selando o substrato, reduzindo o consumo de tinta de pinturas externas, são as principais características da argamassa polimérica (VIAPOL, 2019).

2.5.1 Método de aplicação argamassa polimérica

De acordo com a Viapol (2019), este método de aplicação é descrito de acordo com o manual deste produto, e como é mostrado na Figura 4.

Figura 4 - Aplicação da argamassa polimérica



Fonte: Autor, 2022.

2.5.2 Durabilidade da argamassa polimérica

Em relação à argamassa impermeabilizante, as informações sobre durabilidade ainda é ausente em trabalhos já apresentados, contudo, foi adotada o prazo de 2 a 3 anos, sem qualquer manutenção, duração essa encontrada em manuais de empresas que vendem esse produto.

2.6 Manta de PVC

De acordo com Silva & Silva (2019), esse material é composto por duas lâminas de PVC, com espessura final que varia de 1,2 mm a 1,5 mm, e uma tela trançada de poliéster. A manta de PVC é similar a um carpete de borracha, sendo utilizada, principalmente, em toda e qualquer piscina, reservatórios de água, cisternas, caixas d'água, independentemente do formato ou tipo, bem como em coberturas, tanto planas como curvas, como mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Manta de PVC



Fonte: Soluções Industriais (2022).

As mantas de PVC são recomendadas principalmente para obras enterradas e coberturas, por apresentarem a vantagem de não aderir ao substrato, o que elimina o risco de rompimentos frente às movimentações da estrutura, no entanto a aplicação é mais trabalhosa (LOTURCO, 2005).

Outras vantagens desse sistema, conforme Loturco (2005) é o vasto conhecimento que se tem sobre o comportamento do PVC; a execução em camada única, não necessitando de proteção mecânica devido à dureza superficial; possibilidade de aplicação sobre pisos

existentes; apresenta resistência a raios ultravioletas; não propaga chamas; além da rapidez de aplicação e limpeza na execução.

No entanto, Arantes (2007) evidencia como desvantagens do sistema, a complexidade de se detectar eventuais infiltrações, que poderão ocorrer por ser um sistema não aderido, além da necessidade de mão-de-obra especializada para sua colocação.

De acordo Oliveira (2013) as membranas de PVC são produzidas com um composto virgem de PVC, além de outros ingredientes como: plastificantes, estabilizadores e aditivos especiais. Estes compostos são os que fornecem as propriedades da manta de PVC, flexibilidade, resistência química e a raios ultravioleta. Para este autor (OLIVEIRA, 2006), uma grande diferença e vantagem desse sistema impermeabilizante é a vida útil do mesmo, visto que geralmente outros sistemas impermeabilizantes não chegam à metade da longevidade da manta de PVC.

Os locais mais indicados para utilização deste produto de acordo com Sika Brasil (2017) são túneis e galerias, reservatórios, estruturas enterradas e piscinas em geral. Apesar desses lugares, os manuais de instruções deste produto, em diferentes marcas, também são indicados para estacionamentos e garagens (no subsolo ou não).

2.6.1 Método de aplicação manta de PVC

A aplicação da manta de PVC para impermeabilização vai variar conforme características do equipamento, tais como moldes e inclinações dos espaços. Em geral, sua aplicação pode ser demonstrada conforme Figura 6.

Figura 6 - Aplicação da manta de PVC



Fonte: Autor, 2022.

2.6.2 Durabilidade da manta de PVC

A manta de PVC reúne várias características que a tornam a melhor escolha para a impermeabilização de coberturas. Além de ser altamente resistente às intempéries, não é danificada pela movimentação da estrutura e possui um desempenho muito elevado em comparação com as soluções asfálticas ou líquidas (MC BAUCHEMIE, 2019).

A alta durabilidade também é um diferencial importante. Sem a necessidade de camadas extras, a manta de PVC tem vida útil de duas a três vezes maior que as opções tradicionais disponíveis no mercado (MC BAUCHEMIE, 2019).

O local, as condições de uso e as características do projeto são decisivas para a durabilidade do produto, mas, em média, a expectativa de vida útil da manta exposta é de 25anos, podendo variar para mais ou para menos dependendo de como a sua instalação foi realizada, entre outros fatores. Para tal, é preciso efetuar inspeções periódicas, limpeza e reparos em possíveis áreas danificadas (MC BAUCHEMIE, 2019).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em um estudo realizado por Butzke (2020), foram comparados dois métodos de impermeabilização: Manta Asfáltica e a Argamassa Polimérica. Neste comparativo, os critérios analisados foram o prazo de execução, a extensão da área que seria impermeabilizada e os custos de cada produto, visando observar suas vantagens e desvantagens.

Butzke (2020) também apontou em seu estudo de caso que a manta asfáltica tende a se sobressair frente à argamassa polimérica nos quesitos prazo, flexibilidade, durabilidade e execução de reparos quando preciso. Já a argamassa polimérica é mais vantajosa quando se trata da espessura de sua camada e a não necessidade de técnicas e equipamentos específicos para sua aplicação.

Apesar de que Butzke (2020) tenha feito comparativos em vários aspectos, este não apresentou um resultado parcial para algum dos métodos impermeabilizantes estudados, pois o mesmo prezou por uma boa execução da aplicação do impermeabilizante já que ambos foram para o mesmo ambiente e possuem a mesma finalidade.

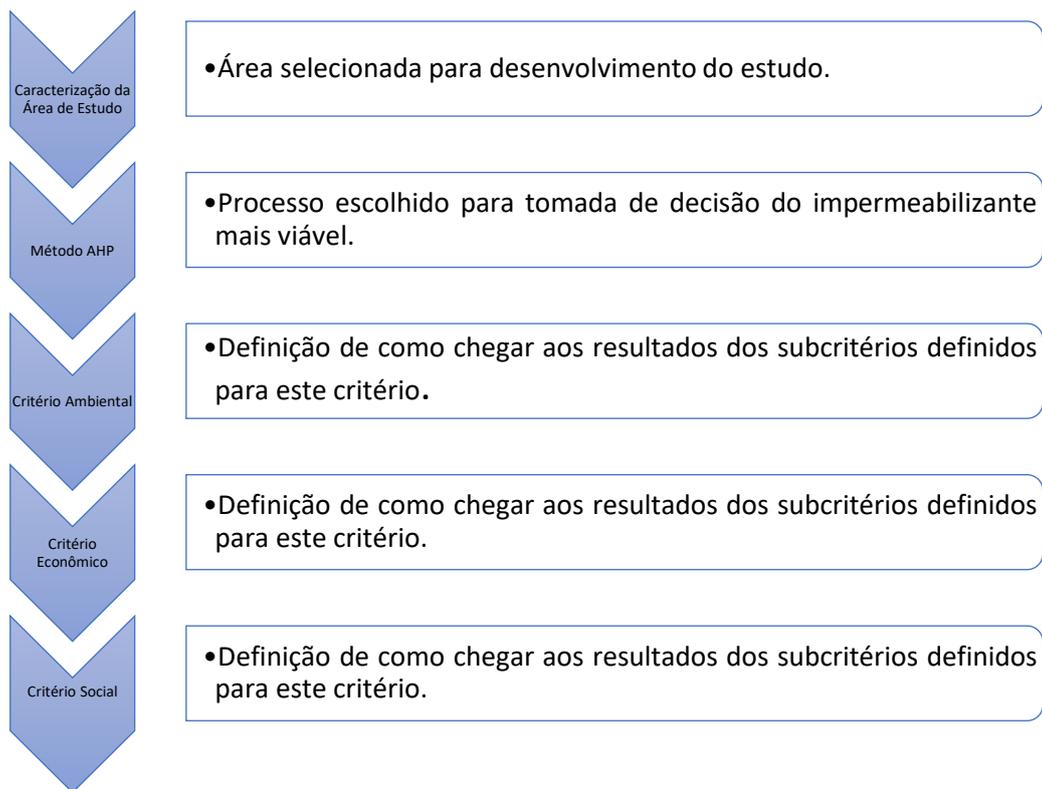
Já Silva e Cristiano (2020) apresentam o desempenho da manta de PVC se tratando da facilidade e rapidez na execução deste método prezando pela sustentabilidade que este produto pode fornecer frente à exposição a raios UV e agentes químicos.

Silva e Cristiano (2020) abordam as vantagens da manta de PVC comparada a um método convencional de impermeabilização, o qual traria uma vida útil de apenas 10 anos, sendo que os fornecedores da manta de PVC afirmam garantias de 25 a 30 anos, com relatos de mantas aplicadas há mais de 50 anos que não se deterioraram com a ação do tempo e intempéries. Portanto visando o cenário atual da construção civil, a aplicação da manta de PVC é mais rentável ao consumidor visto que este sistema de impermeabilização pode substituir alguns métodos convencionais contribuindo também para a manutenção do meio ambiente.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Nesse tópico será abordado todos os materiais utilizados para o devido estudo e a forma da utilização do método AHP, como mostra a Figura 7:

Figura 7 - Fluxograma da metodologia utilizada no trabalho.

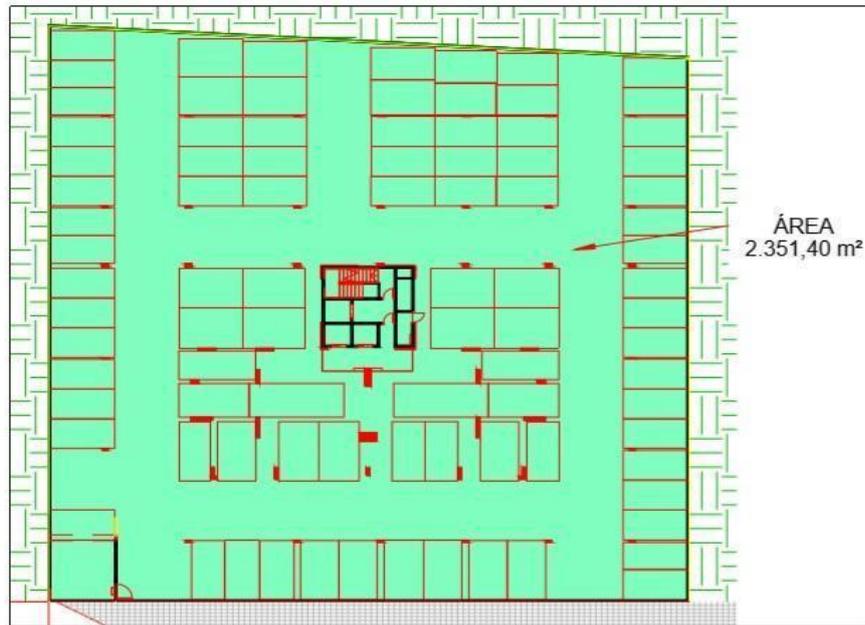


Fonte: Autor, 2022.

4.1 Caracterização da Área de Estudo

Como objeto de estudo de caso, foi selecionada a área a ser impermeabilizada, trata-se de um estacionamento no sub-solo de um prédio, Residencial Cipreste, no município de Rio Verde - GO. Esta área tem um total e 2.351,4 m² como visto na Figura 8, descontando as escadas e elevadores a área a ser impermeabilizada é de 2.326,9 m². Deve-se considerar tráfego de veículos e desconsiderar contato direto com a luz do sol, pois como já dito é um estacionamento de subsolo onde não há incidência direta da luz do sol. A impermeabilização ocorreu no ano de 2020 no mês de Agosto.

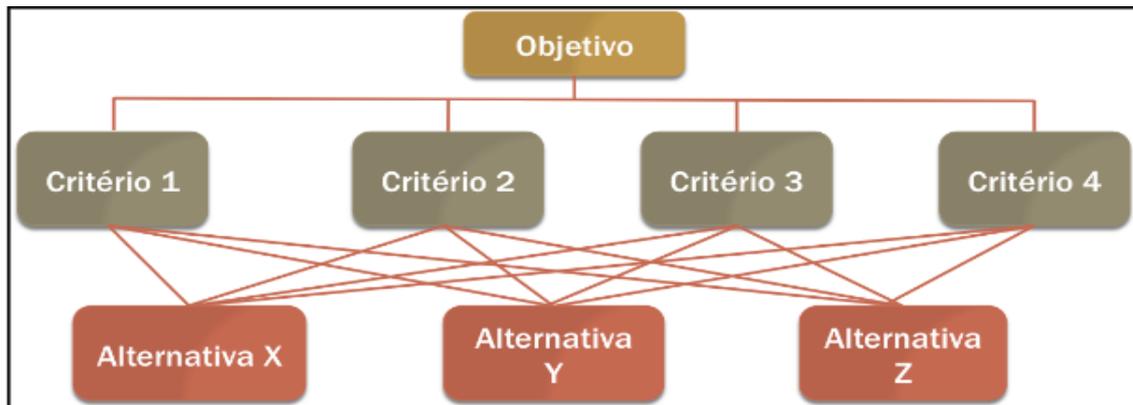
Figura 8 - Planta baixa do projeto de estacionamento subsolo



Fonte: Autor, 2022.

4.2 Método AHP

AnalyticHierarchyProcess - AHP ou Processo Hierárquico Analítico, desenvolvido pelo britânico Thomas Saaty na década de 1970, apresenta uma hierarquia da seguinte forma: objetivo geral, critérios e alternativas envolvidas no caso. Assim, estabelece-se uma relação entre padrão e alternativa e, em seguida, são feitas comparações de paridade entre elementos do mesmo nível (padrão para padrão, alternativa para alternativa) para verificar o efeito que um exerce sobre o outro. Para que possa ser ajustado de acordo com o alvo, cada alternativa é ponderada em sua classificação final. A Figura 7 representa a estruturação hierárquica do método.

Figura 9 - Estrutura hierárquica do método AHP

Fonte: BAGCHI; RAO, 1992.

Uma etapa que é importante na análise dos critérios é a comparação entre eles. Nesta etapa o decisor realiza a análise das opções, definindo de forma clara suas preferências pessoais. Cumpre destacar que esta etapa deve ser realizada sempre em conjunto com os stakeholders dos setores envolvidos no processo de tomada de decisão, pois permite o atingimento de uma decisão mais equilibrada. Ainda de acordo com Saaty (1990), as comparações devem seguir uma escala numérica conforme demonstrado no Quadro 3:

Quadro 3 - Escala numérica de Saaty

INTENSIDADE	DEFINIÇÃO	EXPLICAÇÃO
1	Igual importância	Dois atividades contribuem para o objetivo.
3	Importância fraca	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito forte	Uma atividade é fortemente favorecida em relação à outra, e sua dominância é mostrada na prática.
9	Importância extrema	A evidência favorecendo uma atividade em relação à outra é do mais alto grau de certeza.
2,4,6,8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes	Quando é necessária uma condição de compromisso.
Recíproco	Se a ação tem uma das intensidades de importância ou de preferência de 1 a 9 quando comparada com a ação j , então j tem o valor recíproco quando comparado a i .	

Fonte: Adaptado Saaty (1990).

Ainda de acordo com o quadro acima, a coluna Intensidade detalha os níveis que devem ser aplicados nas avaliações, a coluna de definição foi proposta, com seguinte propósito, explicar de maneira objetiva os níveis de intensidade utilizado na primeira coluna. Já a coluna explicação tem como função discorrer de maneira mais clara cada uma das intensidades apresentadas para facilitar o entendimento na utilização do método.

4.3 Critério Ambiental

Dentro do critério ambiental temos o subcritério da emissão de CO₂ no transporte dos produtos impermeabilizantes e a durabilidade do produto (vida útil). Assim, a seguir será apresentado os meios até essas informações que serão necessárias para a execução do método AHP.

O subcritério Emissão de CO₂ no transporte dos produtos impermeabilizantes foi escolhido já que para termos a emissão de CO₂ na fabricação dos produtos em questão precisaríamos do fator de emissão de cada um, visto que são produtos bem específicos a ausência de trabalhos e informações sobre este fator de emissão tornou-se inviável o cálculo da emissão de CO₂ na fabricação. Contudo, foi calculado a emissão de CO₂ no transporte desses produtos, considerando a distância de onde sairia cada impermeabilizante até a obra.

Tratando-se da Argamassa Impermeabilizante, a distância a ser considerada é apenas de 4 quilômetros, tendo em vista, que a obra é dentro da cidade e essa distância seria uma média das lojas de materiais de construções.

Já a Manta Asfáltica não é encontrada a pronta entrega nessas lojas e a distribuidora mais perto seria na cidade de Goiânia – GO, a qual a distância é de 230 quilômetros até a obra.

Por fim a Manta de PVC, produto dificilmente encontrado, foi necessário entrar em contato com a empresa fabricante da mesma, SIKA, e a distribuidora mais perto seria em Osasco – SP, considerando assim uma distância de 900 quilômetros.

O fator de emissão de CO₂ por km adotada foi de 1,28 kg/km, para veículos pesados conforme encontrado por Carvalho (2011), na Figura 10.

Figura 10 - Rendimento quilométrico e emissões de CO₂ por modalidade

Modalidade	Rendimento energético km/l ou km/kWh (A)	Emissões por fonte energética kg de CO ₂ /l ou kWh (B)	Emissões quilométricas kg de CO ₂ /km (B/A)
Metrô	0,028	0,087	3,16
Ônibus	2,5	3,200	1,28
Automóvel ¹	8,5	1,747	0,19
Motocicleta ²	30	2,307	0,07
Veículos pesados	2,5	3,2	1,28

Fonte: Carvalho (2011).

Para dar seguimento, o subcritério da Durabilidade do Produto é definido pela vida útil do material após a aplicação. Como já citado na revisão bibliográfica os produtos apresentam vida úteis diferentes, utilizando assim esses números para dar continuidade ao processo AHP.

4.4 Critério Econômico

Referindo-se a mão de obra e ao valor dos produtos de cada produto impermeabilizante, obtivemos os valores da manta asfáltica e da argamassa impermeabilizante através da tabela de composições da SINAPI e/ou cotações, já a manta de PVC, não foi possível encontrar informações pela SINAPI, logo, foi feito um orçamento tanto para o valor do produto quanto para o valor de sua mão de obra.

Ao receber a proposta de aplicação da manta de PVC de uma empresa, veio no valor total incluindo diárias de engenheiro, arquiteta e mestre de obra responsável, porém visto que na presente obra estudada já tínhamos estes cargos foi necessário buscar informações dos valores das diárias de cada cargo citado, na tabela SINAPI, e retirado do orçamento oferecido pela empresa para que chegássemos ao valor apenas de mão de obra

Após todos os custos adquiridos tanto para o subcritério de Valor da Mão de Obra, quanto para o Valor dos Produtos, o critério Econômico tem todas as informações necessárias para dar seguimento ao método AHP

4.5 Critério Social

Para o critério Social temos os subcritérios Manifestações Patológicas e Geração de Emprego. Neste caso para aplicar o método AHP precisamos para um subcritério todo o emprego que seria gerado em cada execução dos métodos impermeabilizantes e as patologias que podem ser geradas para cada método.

Logo para sabermos todo o emprego que seria gerado na aplicação da manta asfáltica e argamassa impermeabilizante, observamos nas tabelas 3 e 4 a quantidade de funcionários existentes nas horas de mão de obra. E para a manta de PVC a informação foi obtida através da empresa a qual fez a proposta de aplicação do produto.

Se tratando das manifestações patológicas, os dados foram alcançados através de pesquisas as quais mostraram que as patologias podem ser as mesmas em todos os métodos pois sucede das falhas de aplicação ou não aplicação de impermeabilizantes e não do tipo de cada um.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico será abordado todos os resultados dos subcritérios definidos para a modelagem e execução do método AHP e também o resultado final deste método após todas as análises feitas.

5.1.1 Modelagem dos critérios

A sustentabilidade tem três dimensões: ambiental, econômica e social (IMHOF, 2018). Com base nessas dimensões, este estudo define três critérios de avaliação de alternativas por meio do AHP e, em seguida, define dois subcritérios para cada critério. A Quadro 4 apresenta os critérios e subcritérios definidos.

Quadro 4 - Critérios e subcritérios relevantes a avaliação de alternativas na escolha do impermeabilizante

CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS
Ambiental	Durabilidade do produto
	Emissão de CO ₂ no transporte
Econômico	Valor da mão-de-obra
	Valor total dos produtos
Social	Geração de serviços
	Manifestações patológicas

Fonte: Autor, 2022.

O impacto ambiental dos fluxos de materiais na produção do ambiente construído é evidente. A construção de edifícios consome até 75% dos recursos extraídos da natureza, a maioria não renováveis. A produção, transporte e uso de materiais contribuem para a poluição global, e as emissões de gases de efeito estufa estão igualmente relacionadas aos poluentes no ambiente interno dos edifícios.

A inclusão de fatores econômicos no processo de seleção de materiais de construção é, na verdade, obrigatória, pois é crucial nas decisões sobre a execução da construção, incluindo a escolha dos materiais.

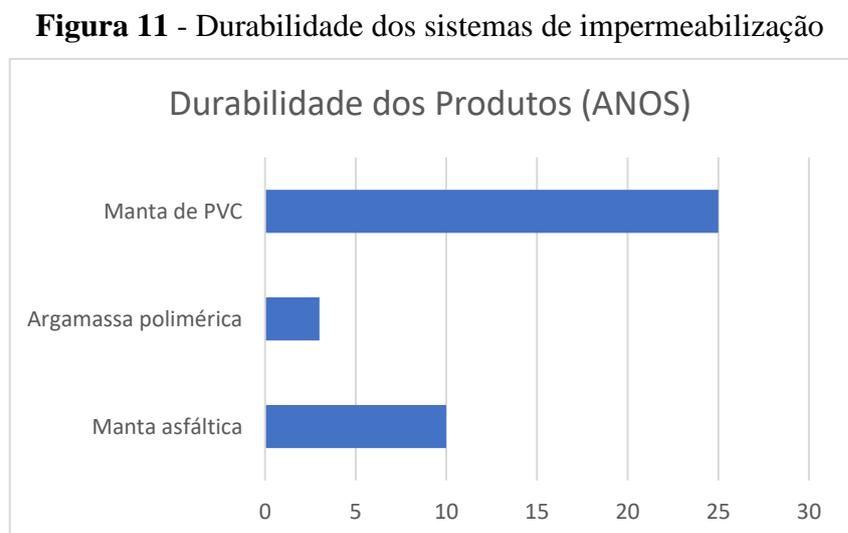
Os fatores sociais na seleção de materiais são um fator importante na construção da sustentabilidade, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, onde a informalidade de determinados setores da produção de materiais é muito acentuada. Em muitos casos, essa informalidade tem sido associada ao caos corporativo e à desatenção às questões ambientais.

5.2 Critério Ambiental

O Critério Ambiental tem como subcritérios a Durabilidade do Produto e a Emissão de CO₂ e será apontado a seguir os resultados destes subcritérios.

5.2.1 Durabilidade do produto

A Figura 11 apresenta a durabilidade dos tipos de impermeabilizantes estudados nesse trabalho.



Fonte: Autor, 2022.

5.2.2 Emissão de CO₂ no transporte

Diante a quilometragem percorrida para aquisição dos produtos e o respectivo fator de emissão, foi realizado a emissão total de CO₂ no transporte dos produtos impermeabilizantes, como representado na Tabela 1.

Tabela 1 - Emissão total de CO₂ no transporte dos impermeabilizantes

PRODUTOS	QUILÔMETROS (KM)	EMIÇÃO CO ₂ /KM (KG/KM)	EMIÇÃO TOTAL CO ₂ (KG)
Manta Asfáltica	230	1,28	294,4
Argamassa Impermeabilizante	4	1,28	5,12
Manta De PVC	900	1,28	1152

Fonte: Autor, 2022.

5.3 Critério econômico

Mão de Obra e Custo Total dos Produtos são os subcritérios do critério econômico, como já citado, e adiante será apresentado os resultados dos mesmos para dar seqüência ao método AHP.

5.3.1 Mão de obra

O tempo da mão de obra definido no presente trabalho dos impermeabilizantes Manta Asfáltica e Argamassa Impermeabilizante foram definidos por experiências práticas do autor e engenheiros conhecidos do mesmo. Contudo o tempo de mão de obra da Manta de PVC foi estipulado pela própria empresa a qual fez a proposta de aplicação, a proposta está inserida no anexo A. Todos os valores estipulados estarão nas Tabelas 3, 4 e 5, no item seguinte junto aos valores totais dos produtos.

5.3.2 Custo total dos produtos

As informações encontradas em relação ao custo da argamassa impermeabilizante e da manta asfáltica, foram retiradas pela SINAPI, em 01/2022, e alguns itens foi feito cotação, como mostra as Tabelas 3 e Tabela 4. No entanto para a manta de PVC, foi realizado um orçamento, em relação ao custo do material, o qual está no anexo B, conforme a Tabela 5.

Tabela 2 - Custo Total dos Produtos e Mão de Obra da Manta Asfáltica

Material	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Manta Asfáltica Sika III 4mm	M ²	2327,000	R\$58,03	R\$ 135.035,81
Igol Eco	L	1170,000	R\$18,51	R\$ 21.656,70
Gás GLP	kg	20,000	R\$8,41	R\$168,20
Máscara proteção semifacial PFF2	Unidade	2,000	R\$ 19,50	R\$ 39,00
Óculos	Unidade	2,000	R\$5,30	R\$ 10,60
Luvas de raspa	Unidade	2,000	R\$ 18,05	R\$ 36,10
Avental de raspa	Unidade	2,000	R\$ 29,90	R\$ 59,80
Ajudante Especializado	H	540,000	R\$ 16,58	R\$ 8.953,20
Impermeabilizador	H	540,000	R\$ 21,54	R\$ 11.631,60
Total				R\$ 177.591,01

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 3 - Custo Total dos Produtos e Mão de Obra da Argamassa Impermeabilizante

(continua)

Material	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Argamassa Impermeabilizante Viaplus 1000	kg	9773,400	R\$ 3,26	R\$ 31.861,28
Escova de aço	Unidade	2,000	R\$ 17,37	R\$ 34,74
Vassoura de pelo	Unidade	2,000	R\$ 28,00	R\$ 56,00
Areia	m ³	69,000	R\$ 129,95	R\$ 8.966,55
Cimento	kg	14500,000	R\$ 0,59	R\$ 8.555,00
Betoneira	Mês	1,000	R\$ 250,00	R\$ 250,00

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 3 - Custo Total dos Produtos e Mão de Obra da Argamassa Impermeabilizante
(conclusão)

Luvas	Unidade	2,000	R\$ 18,05	R\$ 36,10
Máscara de proteção facial	Unidade	2,000	R\$ 19,50	R\$ 39,00
Botas impermeáveis	Unidade	2,000	R\$ 47,15	R\$94,30
Óculos de segurança	Unidade	2,000	R\$ 5,30	R\$10,60
Ajudante Especializado	H	270,000	R\$ 16,58	R\$4.476,60
Impermeabilizador	H	270,000	R\$ 21,54	R\$ 5.815,80
Total				R\$ 60.195,97

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 4 - Custo Total dos Produtos e Mão de Obra da Manta de PVC

Material	Unidade	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Manta PVC SikaPlan WP1100-30HL	M ²	2327,000	R\$ 188,84	R\$439.437,66
Geotêxtil	M ²	2327,000	R\$ 8,00	R\$18.616,00
Betoneira	Mês	2,000	R\$ 250,00	R\$500,00
Cimento	kg	14500,000	R\$ 0,59	R\$8.555,00
Areia	m ³	69,000	R\$ 129,95	R\$8.966,55
Máquina de solda de ar quente	Dia	1,000	R\$ 24,77	R\$24,77
Máscara proteção semifacial PFF2	Unidade	2,000	R\$ 19,50	R\$39,00
Luvas de raspa	Unidade	2,000	R\$ 18,05	R\$36,10
Avental de raspa	Unidade	2,000	R\$ 29,90	R\$59,80
Óculos	Unidade	2,000	R\$ 5,30	R\$10,60
Ajudante Especializado	H	540,000	R\$ 16,58	R\$8.953,20
Impermeabilizador	H	540,000	R\$ 21,54	R\$11.631,60
Total				R\$ 496.830,28

Fonte: Autor, 2022.

5.4 Critério Social

Este critério tem como subcritérios a Geração de Serviços e Manifestações patológicas, assim será abordado os resultados adquiridos para finalizar o método AHP.

5.4.1 Geração de serviços

Podemos observar pelas Tabelas 3 e 4, em relação ao custo total do produto, que a argamassa e a manta asfáltica geram a mesma quantidade de emprego, abrangendo um impermeabilizador e seu ajudante, totalizando duas vagas de emprego. E a manta de PVC gera um total de cinco vagas de emprego, sendo um impermeabilizador e seus 4 ajudantes, assim propostos também pela empresa a qual foi realizado o orçamento desta aplicação.

5.4.2 Manifestações patológicas

Os impermeabilizantes estudados, tanto a argamassa polimérica, manta asfáltica e manta de PVC, podem apresentar os mesmos tipos de manifestações patológicas, tendo em vista, que essas manifestações não são específicas de cada impermeabilizante, e sim da sua ausência e má- aplicação.

As patologias, em sua grande parte, surgem de projetos mal elaborados e construções mal executadas, erros corriqueiros aliados à mão de obras deficientes, fazendo necessário assim, a restauração da estrutura danificada (MARTINS, 2006).

Magalhães (2019) ainda ressalta que a busca por conhecimento das causas que geram 60% das manifestações patológicas encontradas em edificações em fase de habitação ocasionadas pela umidade, acarretando prejuízos de caráter econômico, funcional, de desempenho, estéticos e estruturais, representando risco à saúde e segurança dos usuários. Além disso, deve-se dar uma maior importância para a primeira fase do processo de impermeabilização, no caso, o desenvolvimento do projeto e seleção do sistema de impermeabilização.

5.5 Avaliação das Alternativas pelo Método AHP

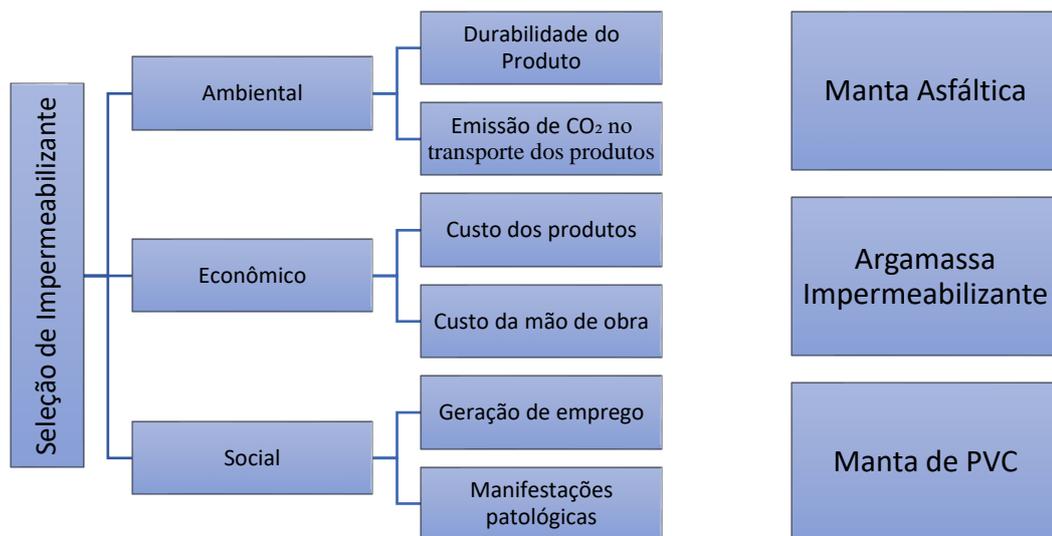
Todas as pesquisas e resultados adquiridos para cada subcritério tem como objetivo fornecer informações necessárias para uma definição de peso consistente no uso do método

AHP. São com essas pesquisas e resultados que pôde ser definido o nível de importância entre os critérios e subcritérios com pesos estabelecidos através da Tabela de Saaty.

5.5.1 Etapa 1 - Construção da hierarquia do problema

Para a aplicação do método AHP, é necessário inicialmente a estruturação do problema, dividindo-o em: foco principal; critérios; subcritérios (quando houverem); e, alternativas. Estes elementos formam a estrutura da hierarquia, que pode ser vista na Figura 12.

Figura 12 - Estrutura hierárquica do problema.



Fonte: Autor, 2022.

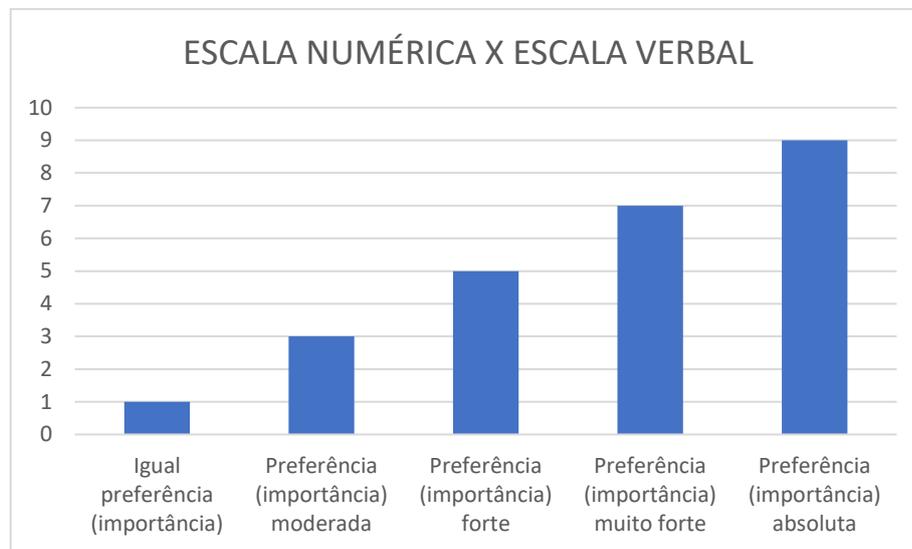
5.5.2 Etapa 2 – Julgamentos de valor

De acordo com Costa (2002), no âmbito do AHP, deve se comparar par a par (ou paritariamente) os elementos de uma camada ou nível da hierarquia à luz de cada um dos elementos em conexão em uma camada superior da hierarquia.

Dessa forma, devem ser comparados paritariamente: 1 - O desempenho das três alternativas à luz de cada um dos subcritérios; 2 - A importância dos subcritérios à luz de cada um dos critérios ligados aos mesmos; e 3 - A importância dos critérios à luz do foco principal.

Uma escala deve ser estabelecida para essas comparações, a partir disso, os julgamentos em escala verbal devem ser convertidos para escala numérica com o auxílio da Figura 13.

Figura 13 - Conversão da escala verbal em escala numérica



Fonte: SAATY (2000).

Após a conversão, se procede com o desenvolvimento de quadros de julgamento, que se comportam como elementos de matrizes recíprocas. Deve-se atentar que os pesos 2, 4, 6 e 8 são associados a julgamentos intermediários.

- **Julgamentos das alternativas à luz dos subcritérios**

A partir dos critérios e subcritérios definidos, foi feita uma análise para escolher os pesos iniciais das primeiras matrizes a serem feitas, esses pesos foram escolhidos pelo autor a partir dos resultados das pesquisas e estudos feitos atribuindo valores de acordo com a preferência de cada critério e subcritério sobre os demais, valores que seguiram o padrão da tabela de SAATY (2000). Os Quadros 6 e 7 apresentam, respectivamente, uma legenda referente às três

alternativas e os julgamentos paritários das alternativas à luz dos subcritérios, sendo que foram satisfeitas todas as combinações paritárias.

Quadro 5 - Legenda das alternativas

ALTERNATIVA	DESCRIÇÃO
Alternativa 1	Manta Asfáltica
Alternativa 2	Manta de PVC
Alternativa 3	Argamassa impermeabilizante

Fonte: Autor, 2022.

Quadro 6 - Julgamentos paritários das alternativas à luz dos subcritérios

À LUZ DO SUBCRITÉRIO:	ALTERNATIVA	TÊM PREFERÊNCIA:	COM RELAÇÃO:
Durabilidade do produto	Alternativa 2	Forte	Alternativa 1
Durabilidade do produto	Alternativa 1	Moderada	Alternativa 3
Durabilidade do produto	Alternativa 2	Muito Forte	Alternativa 3
Emissão de CO ₂ no transporte	Alternativa 1	Moderada	Alternativa 2
Emissão de CO ₂ no transporte	Alternativa 3	Forte	Alternativa 1
Emissão de CO ₂ no transporte	Alternativa 3	Muito Forte	Alternativa 2
Valor da mão-de-obra	Alternativa 2	Muito Forte	Alternativa 1
Valor da mão-de-obra	Alternativa 3	Moderada	Alternativa 1
Valor da mão-de-obra	Alternativa 3	Absoluta	Alternativa 2
Valor total dos produtos	Alternativa 2	Muito Forte	Alternativa 1
Valor total dos produtos	Alternativa 3	Moderada	Alternativa 1
Valor total dos produtos	Alternativa 3	Muito Forte	Alternativa 2
Geração de serviços	Alternativa 2	Moderada	Alternativa 1
Geração de serviços	Alternativa 1	Igual	Alternativa 3
Geração de serviços	Alternativa 2	Moderada	Alternativa 3
Manifestações patológicas	Alternativa 1	Igual	Alternativa 2
Manifestações patológicas	Alternativa 1	Igual	Alternativa 3
Manifestações patológicas	Alternativa 2	Igual	Alternativa 3

Fonte: Autor, 2022.

A avaliação paritária das alternativas com base nos subcritérios permitiu a definição das seis matrizes dispostas nas Tabelas 5, 6, 7, 8, 9 e 10, a partir da conversão dos julgamentos em escala verbal para a escala numérica.

Tabela 5 - Matriz de comparação par a par das alternativas com relação ao subcritério “Durabilidade do produto”

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Alternativa 1	1	1/5	3
Alternativa 2	5	1	7
Alternativa 3	1/3	1/7	1

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 6 - Matriz de comparação par a par das alternativas com relação ao subcritério “Emissão de CO2 no transporte”

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Alternativa 1	1	3	1/5
Alternativa 2	1/3	1	1/7
Alternativa 3	5	7	1

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 7 - Matriz de comparação par a par das alternativas com relação ao subcritério “Valor da mão-de-obra”

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Alternativa 1	1	1/7	1/3
Alternativa 2	7	1	1/9
Alternativa 3	3	9	1

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 8 - Matriz de comparação par a par das alternativas com relação ao subcritério “Valor total dos produtos”

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Alternativa 1	1	1/7	1/3
Alternativa 2	7	1	1/7
Alternativa 3	3	7	1

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 9 - Matriz de comparação par a par das alternativas com relação ao subcritério “Geração de serviços”

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Alternativa 1	1	1/3	1
Alternativa 2	3	1	3
Alternativa 3	1	1/3	1

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 10 - Matriz de comparação par a par das alternativas com relação ao subcritério “Manifestações patológicas”

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Alternativa 1	1	1	1
Alternativa 2	1	1	1
Alternativa 3	1	1	1

Fonte: Autor, 2022.

- **Julgamentos dos subcritérios à luz dos critérios correspondentes**

O Quadro 7 apresenta a comparação feita, em escala verbal, entre os subcritérios com relação aos seus critérios correspondentes.

Quadro 7 - Julgamentos dos subcritérios em relação aos critérios correspondentes

À LUZ DO CRITÉRIO:	O SUBCRITÉRIO	TÊM PREFERÊNCIA:	COM RELAÇÃO AO SUBCRITÉRIO:
Ambiental	Durabilidade do produto	Moderada	Emissão de CO ₂ no transporte
Econômico	Valor total dos produtos	Moderada	Valor da mão-de-obra
Social	Manifestações patológicas	Moderada	Geração de serviços

Fonte: Autor, 2022.

Logo, é necessária a conversão da escala verbal para escala numérica, os resultados são apresentados nas Tabelas 11, 12 e 13.

Tabela 11 - Matriz de comparação dos subcritérios “Durabilidade do produto” e “Emissão de CO₂ no transporte” à luz do critério “Ambiental”

	DURABILIDADE DO PRODUTO	EMIÇÃO DE CO₂ NO TRANSPORTE
Durabilidade do produto	1	3
Emissão de CO₂ no transporte	1/3	1

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 12 - Matriz de comparação dos subcritérios “Valor da mão-de-obra” e “Valor total dos produtos” à luz do critério “Econômico”

	VALOR DA MÃO-DE-OBRA	VALOR TOTAL DOS PRODUTOS
Valor da mão-de-obra	1	1/3
Valor total dos produtos	3	1

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 13 - Matriz de comparação dos subcritérios “Geração de serviços” e “Manifestações patológicas” à luz do critério “Social”

	GERAÇÃO DE SERVIÇOS	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS
Geração de serviços	1	1/3
Manifestações patológicas	3	1

Fonte: Autor, 2022.

- **Julgamentos dos critérios à luz do foco principal**

O Quadro 8 apresenta a comparação feita, em escala verbal, entre os critérios em relação ao objetivo principal, que é a determinação do método mais viável para impermeabilização.

Quadro 8 - Julgamentos dos critérios em relação ao objetivo principal

À LUZ DO OBJETIVO PRINCIPAL:	O CRITÉRIO	TÊM PREFERÊNCIA:	COM RELAÇÃO AO SUBCRITÉRIO:
Análise do método mais viável para impermeabilização	Econômico	Moderada	Ambiental
	Ambiental	Moderada	Social
	Econômico	Moderada	Social

Fonte: Autor, 2022.

Com isso, faz-se necessária a conversão da escala verbal para escala numérica, os resultados são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Matriz de comparação dos critérios à luz do foco principal

	AMBIENTAL	ECONÔMICO	SOCIAL
Ambiental	1	1/3	3
Econômico	3	1	3
Social	1/3	1/3	1

Fonte: Autor, 2022.

5.5.3 Etapa 3 – Normalização dos quadros de julgamentos

Com o objetivo de colocar os valores numéricos dentro do intervalo de 0 e 1, efetuou-se a normalização dos quadros de julgamentos presentes nas Tabelas 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16 e 18. Para isso, efetuou-se o somatório dos elementos de cada coluna dos quadros de julgamentos, em seguida dividiu-se todos os elementos de cada coluna pelo somatório referente à coluna, obtendo-se valores situados entre 0 e 1.

5.5.4 Etapa 4 – Prioridades médias locais e globais (PML e PG)

- **Prioridades médias locais (PML)**

Nessa etapa, foram obtidas as prioridades médias locais (PML) para cada quadro normalizado. De acordo com Costa (2002), as PML são as médias das linhas dos quadros normalizados. As Tabelas 15, 16, 17, 18 e 19 apresentam as PML de acordo com cada nó de julgamento.

Tabela 15 - PML's das alternativas frente os subcritérios

ALTERNATIVA	PML DURABILIDADE	PML EMISSÃO DE CO ₂	PML VALOR MÃO DE OBRA	PML VALOR TOTAL DOS PRODUTOS	PML GERAÇÃO DE SERVIÇOS	PML MANIFEST. PATOLÓGICAS
Alternativa 1	0,19	0,19	0,11	0,11	0,20	0,33
Alternativa 2	0,72	0,08	0,27	0,29	0,60	0,33
Alternativa 3	0,08	0,72	0,62	0,60	0,20	0,33

Fonte: Autor, 2022.

De acordo com a Tabela 15 nota-se o grau de prioridade das alternativas frente a cada um dos subcritérios. Dessa forma, tendo em vista o subcritério “durabilidade”, nota-se que a alternativa com maior prioridade foi à alternativa 2 (com 0,72 de preferência). Para o subcritério “emissão de CO₂ no transporte”, as alternativas 3 foi a que obteve um peso maior (0,72). Ao se considerar o subcritério “valor da mão-de-obra”, a alternativa mais bem avaliada foi a 3 (0,62). Com relação ao subcritério “valor total dos produtos”, a alternativa de maior preferência foi a 3 (0,60). Para o subcritério “geração de serviços”, a alternativa 2 apresentou prioridade (0,6). Finalmente, com vistas ao subcritério “manifestações patológicas”, as alternativas 1,2 e 3 apresentaram o mesmo desempenho.

Tabela 16 - PML's dos subcritérios frente o critério “ambiental”

SUBCRITÉRIO	PML _{AMB.}
Durabilidade do produto	0,75
Emissão de CO ₂ no transporte	0,25

Fonte: Autor, 2022.

A Tabela 16 expõe o grau de importância, de acordo com a avaliação da equipe de direção, dos subcritérios “durabilidade do produto” e “emissão de CO₂ no transporte” tendo em vista o critério que os abrange (ambiental). Nesse sentido, observou-se que o subcritério “durabilidade do produto” apresentou um peso maior (0,75) frente o “emissão de CO₂ no transporte”.

Tabela 17 - PML's dos subcritérios frente o critério “econômico”

SUBCRITÉRIO	PML_{ECON.}
Valor da mão-de-obra	0,25
Valor total dos produtos	0,75

Fonte: Autor, 2022.

A Tabela 17 mostra a comparação entre os subcritérios “valor da mão-de-obra” e “valor total dos produtos” frente o critério “econômico” (em nível superior). Logo, nota-se de acordo com a tabela que o subcritério “valor total dos produtos” tem uma importância maior (0,75).

Tabela 18 - PML's dos subcritérios frente o “critério social”

SUBCRITÉRIO	PML_{SOCIAL}
Geração de serviços	0,25
Manifestações patológicas	0,75

Fonte: Autor, 2022.

A Tabela 18 permitiu identificar que dentre os subcritérios “geração de serviços” e “manifestações patológicas”, o segundo apresentou grande preferência (0,75) frente o critério que os abrange.

Tabela 19 - PML's dos critérios frente o “foco principal”

CRITÉRIO	PML_{FOCO}
Ambiental	0,29
Econômico	0,57
Social	0,14

Fonte: Autor, 2022.

Na última comparação da hierarquia, a Tabela 19 exhibe que dentre os critérios, aquele que mais pesa frente o foco principal (determinação do método mais viável para impermeabilização) é o “Econômico” (0,57).

- **Prioridades médias globais (PG)**

De acordo com Costa (2002), o principal objetivo do método AHP é fornecer um vetor de prioridades global (PG), que armazene a prioridade associada a cada alternativa em relação ao foco principal ou objetivo global. Perante a combinação das PML's (processo feito através do software Excel), obteve-se a Tabela 20, que expõe os desempenhos (prioridades) das alternativas à luz do foco principal.

Tabela 20 - PG's das alternativas frente o foco principal

ALTERNATIVA	PG_{FOCO}
Alternativa 1	0,16
Alternativa 2	0,38
Alternativa 3	0,46

Fonte: Autor, 2022.

Assim, observa-se que para o problema do trabalho, “a determinação do método mais viável para impermeabilização”, a alternativa que atende melhor as necessidades é a “Alternativa 3 (Argamassa impermeabilizante)” com 0,46. A segunda seria a “Alternativa 2 (Manta de PVC)” com 0,38, e a terceira a “Alternativa 1 (Manta Asfáltica)” com 0,16.

6 CONCLUSÃO

Após todas as pesquisas, orçamentos, cotações, análises e matrizes feitas chegamos ao resultado de que o impermeabilizante mais viável é a Argamassa Polimérica (Viaplus 1000 – VIAPOL). Obtendo em segundo lugar a Manta de PVC e a Manta Asfáltica em terceiro lugar. Ao observar todos os pesos dados para critérios e subcritérios, e este resultado final, é correto dizer que o valor da mão de obra, valor dos produtos e a emissão de CO₂ foram os subcritérios que permitiram com que a Argamassa Polimérica sobressaísse frente aos outros métodos analisados. Apesar da Manta de PVC ter apresentado um preço elevado, em contra partida sua vida útil, em relação aos outros métodos, é consideravelmente maior, fazendo assim com que este produto seja ainda mais viável do que a manta asfáltica.

Diferente de Butzke (2020), no presente artigo a manta asfáltica tem um prazo maior para ser instalada do que a argamassa polimérica, isso acontece devida a área a ser aplicado o impermeabilizante. Contudo em relação à flexibilidade e durabilidade, ambos os trabalhos estão de acordo. Assim como Silva e Cristiano (2020) o presente estudo comprova a partir dos resultados obtidos que a manta de PVC tem uma durabilidade muito vantajosa, característica que faz viabilidade deste método ser maior que o da manta asfáltica como citado anteriormente.

Conclui-se que para chegarmos a um resultado de sucesso o método AHP tem uma grande confiabilidade provando isso através das diversas análises e escolhas de pesos que devem ser feitas durante todo o processo. Uma análise de viabilidade deve ter fundamentos e bases de dados para que assim a escolha final possa ter uma garantia de qualidade. Portanto trabalhos como este mostram a necessidade deste tipo de análise, para que não só impermeabilizantes, mas também outros produtos em outros processos possam ser selecionados de forma segura.

Seria de grande proveito trabalhos futuros com outros tipos de impermeabilizantes visto que no mundo atual existe uma grande variedade de produtos no ramo. Este trabalho poderia também ser complementado sendo executado com outras escolhas para critérios e subcritérios, analisando assim a viabilidade para os mesmos produtos com fatores distintos.

REFERÊNCIAS

AMORIM, J. E. O; ACIOLI, A. V. F. A importância da impermeabilização na construção civil: Sistema de Manta Asfáltica. 36f. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Centro Universitário Cesmac, Maceió – AL.

ARANTES, Yara de Kássia. Uma visão geral sobre impermeabilização na construção civil. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007. p. 67. Disponível em <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/monografia_Impermeabiliza%E7%E3o.pdf> f>. Acesso 19 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575: Impermeabilização seleção e projeto Rio de Janeiro, 2010.

CAPRARO, A. P. B; KMICK, R. S; GAZOLLA, M. G; SILVA JUNIOR, R. M; CREMONEZ, C. Análise de eficiência, aplicação e custo de três impermeabilizantes comerciais. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v.6, n. 1, p. 64-72, 2021.

COBERTURAS LEVES. 3 coisas que não te contaram sobre a manta asfáltica para telhado. 2019. Disponível em: <<https://www.coberturasleves.com.br/3-coisas-que-nao-te-contaram-sobre-a-manta-asfaltica-para-telhado/#:~:text=Embora%20alguns%20fabricantes%20informem%20que,fixa%C3%A7%C3%A3o%20e%20diversos%20outros%20problemas>>. Acesso em: 20 março 2022.

COCITO, Luiz Otávio. **Material de aula da disciplina EEC 523 – Construção Civil I – UFRJ**, 2006.

CORADIN, L. M. Estudo de caso: roteirização do projeto de impermeabilização com manta asfáltica. 22f. 2020. Artigo (Engenharia Civil) – UNICESUMAR, Maringá – PR.

FIBERSALS. Tudo sobre impermeabilização com argamassa polimérica. 2020. Disponível em: <<https://fibersals.com.br/blog/impermeabilizacao-com-argamassa-polimerica/>>. Acesso em: 7 mar. 2022.

FREIRE, M. A. Métodos executivos de impermeabilização de um empreendimento comercial de grande porte. 72f. 2007. Monografia (Engenharia Civil) – Escola Politécnica da UFRJ, Rio de Janeiro.

IMHOF, Aline Cervi. Sistemas De Compartilhamento De Bicicletas Sob A Perspectiva Dos Sistemas Produto-Serviço: Contribuições Para A Sustentabilidade. 2018. 173p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

LOTURCO, B. Poliuretanos, poliuréias e mantas adesivas. São Paulo. Técnica. n. 102. p. 52/57, 2005.

LUMANGIKI, V. P; DUTRA, C. T. S; DUTRA, V. A. S. Sistema de impermeabilização: Método de aplicação em fundações. Projectus | Rio de Janeiro | V. 4 | N. 3 | P. 69 - 87 | 2019.

MAGALHÃES, Gabriela Ramires. Relatório Final de Estágio, Engenharia Civil, UFRGS, 2019.

MARINS, Cristiano et al. O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso. In: XLI SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2009, Porto Seguro.

MARTINS, L. A. Uso do método de Análise Hierárquica (AHP) na tomada de decisão na implementação de energias renováveis em plataforma de petróleo offshore. 64p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia do Petróleo) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

MARTINS, J.G. (2006) "Impermeabilizações: Condições técnicas de Execução", Dissertação e Mestrado em Engenharia Civil - Universidade de Fernando Pessoa, Paraíba.

MC-BAUCHEMIE. Por que a manta de PVC é a melhor opção para impermeabilização de edifícios? 2019. Disponível em: <<https://www.mc-bauchemie.com.br/mclopedia/manta-de-pvc-para-impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o-de-edif%C3%ADcios/#:~:text=O%20local%2C%20as%20condi%C3%A7%C3%B5es%20de,foi%20realizada%2C%20entre%20outros%20fatores>>. Acesso em: 15 março 2022

MORAES, K. R. C. **Impermeabilização em lajes de cobertura: Levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

OLIVEIRA, T. V. M. **Avaliação das causas e conseqüências das patologias dos sistemas impermeabilizantes – Um estudo de caso.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Guaratinguetá. Guaratinguetá, 2015.

OLIVEIRA, Maurício. Metodologia para aplicação de fontes renováveis de energia elétrica em plataformas marítimas de produção de petróleo e gás natural. São Paulo, 2013, 181 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

PIRONDI, Zeno. Manual Prático da Impermeabilização e de Isolação Térmica. São Paulo: Pini, 1988.

RIGHI, V. G. Estudos dos sistemas de impermeabilização: Patologias, prevenções e correções – Análise de casos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009.

RODRIGUÊS, R. M.; SOBRINHO JÚNIOR, A. S.; LIMA, E. E. P. Erros, diagnósticos e soluções de impermeabilizações na construção civil. Inter Scientia, Paraíba, v. 4, n. 2, p.1-15, 06 out. 2016.

SAATY, Thomas. Método de Análise Hierárquica. Tradução. São Paulo: McGraw-Hill, 1991, 367 p.

SALGADO, Julio Cesar Pereira. Técnicas e práticas construtivas para edificação. 2. ed. rev. São Paulo: Érica, p. 174. 2009.

SIKA. Site Building trustSika.Acesso 19 mar 2022.

SILVA, E. F; E SILVA, S. M. S. Utilização de técnicas de impermeabilização em edificações com patologias de umidade: estudo de caso em residências na cidade de Caratinga-MG. 60f. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Faculdades Integradas de Caratinga – MG.

SOARES, Felipe Flores. A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil. 2014. UFRJ - Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2014.

SOLUÇÕES INDUSTRIAIS. Impermeabilização com manta asfáltica. 2022. Disponível em: <<https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/construcao/-imperllaje/produtos/construcao/impermeabilizacao-com-manta-asfaltica>>. Acesso em: 22 março 2022

VEDACIT. Manual técnico: impermeabilização de estruturas. 7. ed. São Paulo, 2011. p.12. Disponível em:<https://www.vedacit.com.br/para-voce/produtos-e-solucoes/categorias-de-produtos?&tags=categorias:impermeabilizantes&catalogo=B2C&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=12868359548&utm_content=124746606154&utm_term=impermeabilizante%20de&gclid=CjwKCAjw6dmSBhBkEiwA_W-

EoCXhoQ1oawtTeALONnVivkyIqxYU8KsmxMf8oFv6VitDs9dNWh6iYxoC7g0QAvD_BwE>.Acesso 25 março 2019.

VIAPOL LTDA. Ficha Técnica de Produto - Viaplustm 7000 Revestimento Impermeabilizante Flexível com Fibras Sintéticas. 2019. Disponível em:

<<https://www.vedanews.com.br/uploads/biblioteca/manual-tecnico-impermeabilizacao-de-estruturas-7.pdf><<http://www.viapol.com.br/produtos/impermeabilizacao/cimenticio/viaplustm-7000/>>.Acessoem: 13 mar. 2022.

VR IMPERMEABILIZAÇÕES. 2022. Disponível em:<<https://www.vrimpermeabilizacoes.com.br/superflex-1145-argamassa-polimerica-sorocaba/sertaozinho>>. Acesso em: 18 março 2022.

SILVA, Leonardo Villalobo Gomes; CRISTIANO, Maria Eduarda Crispim.

Impermeabilização com Manta PVC. Universidade São Francisco, Bragança Paulista, 2020. Disponível em :<<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/3566.pdf>>. Acesso em: 19 de Abril 2022.

BUTZKE, Vanessa Isabel. **Estudo Comparativo Entre Argamassa Impermeabilizante Flexível e Manta Asfáltica Para Impermeabilização.** Tese (Bacharelado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 104. 2020. Disponível em :<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/218104/001121699.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 19 de Abril 2022.

A. ANEXO A – ORÇAMENTO E PROPOSTA DA MANTA DE PVC

Orçamento de Proposta Manta de PVC.pdf