

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

MARIA VITÓRIA ROSAS

INSPEÇÃO PREDIAL DA COBERTURA DO BLOCO DA CENTRAL DE SALAS DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA: AVALIAÇÃO E PROPOSTA DE
PROJETO DE SUBSTITUIÇÃO DA COBERTURA DE POLICARBONATO E DO
SISTEMA IMPERMEABILIZANTE

PONTA GROSSA
2024

MARIA VITÓRIA ROSAS

INSPEÇÃO PREDIAL DA COBERTURA DO BLOCO DA CENTRAL DE SALAS DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA: AVALIAÇÃO E PROPOSTA DE
PROJETO DE SUBSTITUIÇÃO DA COBERTURA DE POLICARBONATO E DO
SISTEMA IMPERMEABILIZANTE

Trabalho apresentado à disciplina de OTCC
como requisito parcial para obtenção do
título de bacharelado em Engenharia Civil,
da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. MSc. Marcelo Miranda
Farias

PONTA GROSSA

2024

MARIA VITÓRIA ROSAS

INSPEÇÃO PREDIAL DA COBERTURA DO BLOCO DA CENTRAL DE SALAS DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA: AVALIAÇÃO E PROPOSTA DE
PROJETO DE SUBSTITUIÇÃO DA COBERTURA DE POLICARBONATO E DO
SISTEMA IMPERMEABILIZANTE

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como requisito para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de
Ponta Grossa.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Marcelo Miranda Farias

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof. Dr. Elias Pereira

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof.^a Dr.^a Eloise Aparecida Langaro

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Ponta Grossa, ____ de _____ de 202__

Dedico este trabalho aos meus pais, Ana Paula Depetris Rosas e Marcelo Vianna Rosas, e às minhas irmãs, Maria Clara Rosas e Maria Eduarda Rosas, por todo o apoio durante o decorrer deste trabalho.

“Frequentemente é necessário mais coragem para ousar fazer certo do que temer fazer errado.”

- Abraham Lincoln

RESUMO

As manifestações patológicas possuem diversas origens, sendo as principais provenientes da fase de projeto e execução, sua aparição pode afetar diversos fatores funcionais e estéticos da estrutura. Vale ressaltar que, para manter o bom funcionamento da edificação, devem ser realizadas manutenções periódicas. Um dos grandes desafios da área da construção civil é a solução de problemas de umidade, visto que ela pode agir de diversas formas. Desse modo, o presente trabalho visa o mapeamento e diagnóstico das manifestações patológicas presente na cobertura do Bloco da Central de Salas da Universidade Estadual de Ponta Grossa, a fim de entender suas origens e propor melhorias e soluções, visto que o maior problema enfrentado é a infiltração na laje. Por meio de vistorias, foi realizado o relatório através de uma tabela de diagnóstico, em seguida houve a aplicação da matriz de priorização pelo método GUT, onde notou-se que a manifestação patológica mais agravante é a infiltração. Por fim, com todos estes dados, foi possível realizar a proposta do projeto de substituição do sistema impermeabilizante e da cobertura de policarbonato, visto que, após as vistorias, notou-se que necessitam de reparos.

Palavras-chave: manifestações patológicas; manutenção periódica; cobertura.

ABSTRACT

Pathological manifestations have different origins, the main ones coming from the design and execution phase, their appearance can affect several functional and aesthetic factors of the structure. It is worth mentioning that, to maintain the proper functioning of the building, periodic maintenance must be carried out. One of the biggest challenges in the construction industry is solving humidity problems, as it can act in different ways. Therefore, the present work aims to map and diagnose the pathological manifestations present in the coverage of the Block of the Central Rooms of the State University of Ponta Grossa, in order to understand their origins and propose improvements and solutions, since the biggest problem faced is the infiltration in the slab. Through inspections, the report was carried out using a diagnostic table, then the prioritization matrix was applied using the GUT method, where it was noted that the most aggravating pathological manifestation is infiltration. Finally, with all this data, it was possible to carry out the project proposal to replace the waterproofing system and the polycarbonate covering, as, after inspections, it was noted that they needed repairs.

Keywords: pathological manifestations; periodic maintenance; roof.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Correlação entre custo e manutenção	11
Figura 2: Etapas da engenharia diagnóstica	15
Figura 3: Mecanismos de ação da água	19
Figura 4: Eflorescência (a), criptoflorescência (b) e lixiviação (c).....	20
Figura 5: Aplicação a frio de membrana asfáltica.....	22
Figura 6: Aplicação a quente membrana asfáltica.....	22
Figura 7: Aplicação de membrana acrílica	23
Figura 8: Aplicação de manta asfáltica.....	23
Figura 9: Ataque biológico.....	25
Figura 10: Fissuras de dilatação térmica.....	26
Figura 11: Degradação da camada de proteção mecânica.....	26
Figura 12: Fiação elétrica exposta inadequadamente.....	26
Figura 13: Afloramento da proteção térmica	27
Figura 14: Lei de Sitter	28
Figura 15: Fluxograma das atividades.	32
Figura 16: Zona 4 – Central de Salas.....	33
Figura 17: Central de Salas – UEPG.....	34
Figura 18: Sentido lógico da vistoria	35
Figura 19: Divisão das seções	36
Figura 20: Detalhe na cobertura de policarbonato	39
Figura 21: Detalhe do descolamento da manta.....	40
Figura 22: Eflorescência na parte interna da laje	40
Figura 23: Detalhe no acabamento da manta	41
Figura 24: Acúmulo de água na laje.....	41
Figura 25: Manifestações detectadas seção 1	42
Figura 26: Manifestações detectadas seção 2	42
Figura 27: Manifestações detectadas seção 3	43
Figura 29: Planta de Cobertura	72
Figura 30: Detalhe da aplicação da manta.....	73
Figura 31: Qrcode da pasta do Drive	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ocorrência de manifestações patológicas por fase de construção	16
Tabela 2: Ocorrência de manifestações patológicas.....	16
Tabela 3: Classificação de trincas e fissuras.....	17
Tabela 4: Classificação das mantas asfálticas	24
Tabela 5: Vida útil de projeto - Prazos mínimos	30
Tabela 6: Pontuação GUT.....	31
Tabela 7: Exemplificação da tabela de diagnóstico.....	36
Tabela 9: Modelo da tabela de aplicação do método	37
Tabela 10: Manifestações patológicas detectados na Seção 1.....	45
Tabela 11: Problemas detectados na Seção 2.....	55
Tabela 12: Problemas detectados na Seção 3.....	63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivos gerais.....	12
1.1.2 Objetivos específicos.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	14
2.1.1 Origens.....	15
2.1.2 Principais tipos de manifestações patológicas	16
2.1.3 Umidade	18
2.2 SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES E SUAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	20
2.2.1 Sistemas impermeabilizantes para coberturas.....	21
2.2.2 Manifestações patológicas em sistemas impermeabilizantes	25
2.3 MANUTENÇÃO DAS EDIFICAÇÕES	28
2.4 MÉTODO GUT	30
3 METODOLOGIA	32
3.1 LOCAL DE ESTUDO.....	33
3.2 INSPEÇÃO DA EDIFICAÇÃO	34
3.3 RELATÓRIO.....	35
3.4 MÉTODO GUT E SOLUÇÕES DOS PROBLEMAS	37
3.5 PROJETO DE SUBSTITUIÇÃO E ORÇAMENTO	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	39
5 CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS.....	75
APENDICE.....	82
APENDICE 1.....	82
APÊNDICE 2.....	83

1 INTRODUÇÃO

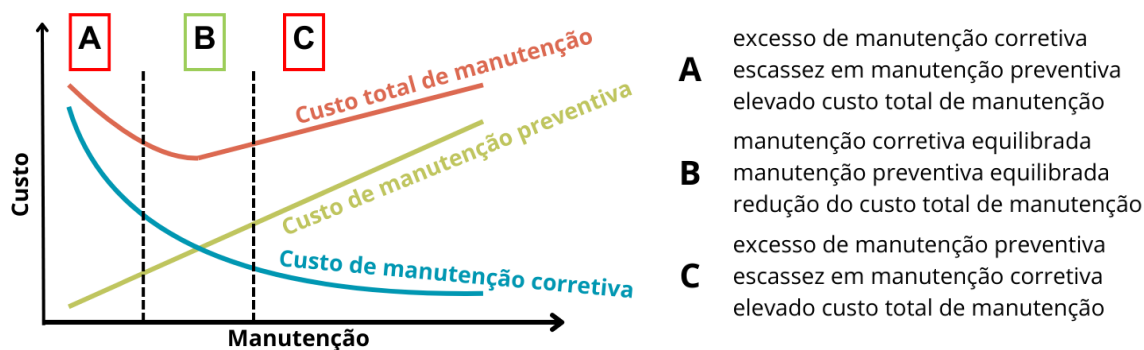
As edificações são projetadas para atender a uma vida útil mínima, porém, para que esse período seja atingido, manutenções devem ser realizadas. Elas são fundamentadas em procedimentos organizados e lógicos, necessitando de um controle de custos para maximizar a satisfação dos usuários (ABNT, 2012). Por outro lado, nas edificações públicas brasileiras existem diversos desafios para manter um estado de conservação satisfatório antes do término da sua vida útil, como por exemplo, a baixa qualidade dos materiais devido a busca por um custo menor, a ineficiência de um bom acompanhamento da obra, a dependência do processo de licitação, dentre outros (Novais, 2021).

A durabilidade das edificações está estritamente ligada às rotinas de manutenção e custos. Por isso, é importante conscientizar os administradores da necessidade de uma manutenção planejada (Neto, 2015). Segundo Esteves (2013), as instituições públicas possuem uma verba destinada para manutenção e pequenas reformas. Porém, no caso de uma reforma específica ou com o custo elevado, este procedimento deve passar por um processo de licitação. A má gestão destes recursos ou o descaso com os prédios públicos podem acarretar diversos problemas nas edificações, como, por exemplo, o aparecimento de manifestações patológicas.

A manutenção predial é vista como uma atividade reparadora da capacidade de uso da edificação. Porém, na maior parte das vezes, esta correção de falhas ocorre quando elas precisam ser reparadas urgentemente, resultando em soluções muito caras, acelerando assim, o envelhecimento da estrutura. Quando a manutenção é realizada de forma periódica, o custo dela reduz e a vida útil da edificação aumenta (Júnior, 2020).

Na Figura 1, pode-se observar um gráfico que correlaciona custo e manutenção. Nele se pode analisar que se apenas a manutenção corretiva for aplicada, o custo com manutenção é elevado. Deve existir um equilíbrio entre a manutenção corretiva e preventiva. Além disso, efetuar as manutenções preventivas corretamente reduzem o custo com a edificação, pois evita que um dano maior ocorra na edificação, acarretando em uma manutenção corretiva com alto custo (Júnior, 2020).

Figura 1: Correlação entre custo e manutenção



Fonte: Júnior, 2020 (adaptado).

Em órgãos públicos, a preocupação com aparição de manifestações patológicas deve ser maior. Os recursos provenientes da sociedade são direcionados para que os espaços físicos tenham a estrutura necessária para acomodar os usuários por muitos anos, sem haver necessidade de manutenções desnecessárias ou que poderiam ter sido evitadas na fase de projeto (Schardong; Pagnussat, 2011).

A incidência das manifestações patológicas está relacionada a vícios e defeitos que aparecem nas edificações devido, principalmente, às falhas construtivas, falhas de utilização, falhas de projeto e a falta de manutenção (Guckert; Schons, 2021).

Um dos principais fatores de degradação das construções é a umidade, sendo um grande obstáculo na área. Esta manifestação patológica pode agir em diversos elementos, causando desconforto ao usuário, problemas de saúde, principalmente respiratórios, além de afetar a funcionalidade da edificação (Souza, 2008).

Porém, com a impermeabilização e técnicas construtivas corretas, este problema pode ser evitado ou minimizado. A desinformação sobre os métodos corretos de impermeabilização estes métodos impermeabilizantes é a principal causa desta manifestação patológica, já que muitas construtoras se preocupam com a impermeabilização só ao fim da obra, gerando assim muitas falhas construtivas (Righi, 2009).

Nesse sentido, este trabalho apresenta o caso da cobertura do Bloco da Central de Salas da Universidade Estadual de Ponta Grossa, onde atualmente diversos problemas de infiltração e conforto térmico são encontrados.

Este bloco da Universidade teve duas etapas de construção. Porém, mesmo o setor construído mais recentemente, por volta de 2008, apresenta a cobertura em estado de deterioração avançada. Assim, por meio de inspeções, este trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento e o diagnóstico das manifestações patológicas presentes na edificação a fim de entender suas origens. Também foi definida a prioridade da manutenção de cada uma das manifestações por meio de matriz GUT. Ao fim, este trabalho propõe uma proposta de projeto de manutenção da cobertura, a fim de melhorar as condições de ocupação do bloco.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos gerais

Esta pesquisa tem como objetivo realizar a inspeção e diagnóstico das manifestações patológicas da cobertura do Bloco da Central de Salas da Universidade Estadual de Ponta Grossa, propondo, ao fim, um projeto de manutenção para a sua recuperação.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Mapear as manifestações patológicas da cobertura do Bloco Central de Salas;
- b) Elaborar um projeto de substituição da cobertura de policarbonato e do sistema impermeabilização.

1.2 JUSTIFICATIVA

A cobertura da Central de Salas da Universidade Estadual de Ponta Grossa apresenta um histórico de problemas relacionados à infiltrações na laje da cobertura. A infiltração é uma das manifestações patológicas encontradas em coberturas, devido, principalmente, à falta de impermeabilização. Geralmente essa anomalia aparece após o início de uso da edificação, pois devido a ocupação, frequentemente se torna difícil realizar um plano de manutenção adequado. Porém, vale ressaltar, que a infiltração pode também ser decorrente de problemas durante a execução do projeto (Machado, 2017).

O caso da Central de Salas da UEPG apresenta um desafio adicional por se tratar de um edifício de domínio público. A falta de políticas e estratégias direcionadas à manutenção de prédios públicos torna-se um grande problema no cenário brasileiro, contribuindo para falhas que podem causar a interrupção no funcionamento ou até mesmo risco imediato aos usuários (Moraes, 2022).

Vale ressaltar que os serviços de manutenção nestes órgãos são frequentemente afetados pela escassez de recursos financeiros e de mão de obra. Além disso, existem as questões relacionadas com o processo licitatório e a burocratização destas atividades (Moraes; Junior, 2018).

Outro fator agravante é que a maior parte dos órgãos públicos não possuem uma equipe ampla dedicada exclusivamente às atividades de manutenção. A própria Universidade Estadual de Ponta Grossa é um exemplo disso, visto que a equipe de manutenção é responsável por dois *campi* (Central e Uvaranas), Fazenda Escola, Hospital Universitário, Teatro Pax, dentre diversos outros prédios que juntos somam mais de 115 mil metros quadrados de área construída (PROPLAN, 2024).

Assim, devido à extensa área, o setor de manutenção não consegue suprir a demanda de todos os projetos, orçamentos, reparos, dentre outras funções que cabem à eles realizar. Diante desse contexto, este estudo visa não apenas realizar a inspeção das manifestações patológicas levantadas na cobertura, mas sim colaborar com as equipes de manutenção e a comunidade acadêmica, a fim de melhorar as condições do espaço, proporcionando um maior conforto para os ocupantes, através de um projeto de substituição da cobertura de policarbonato e da correção da execução dos sistema impermeabilizante.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Patologia vem do grego *pathos*, que significa sofrimento ou doença, e *logia*, da palavra ciência ou estudo. Desse modo, “patologia “pode ser definida como o estudo de doenças e de anomalias que vão ao oposto da integridade ou comportamento habitual do elemento ou edificação (Bolina; Tutikian; Helene, 2019).

Dentro desta área, existem as manifestações patológicas que, de forma sucinta, são as degradações causadas por falhas executivas, de projeto ou de uso. Por exemplo, as fissuras são uma manifestação patológica decorrente da corrosão ou deformação da estrutural (Sousa *et al.*, 2021).

Algumas vezes os sinais que indicam estas manifestações demoram para aparecer e outras podem ser imperceptíveis à maioria dos leigos. A sintomatologia se preocupa em estudar esses sinais com o objetivo de diagnosticar aquela manifestação ou problema patológico (Lima, 2015).

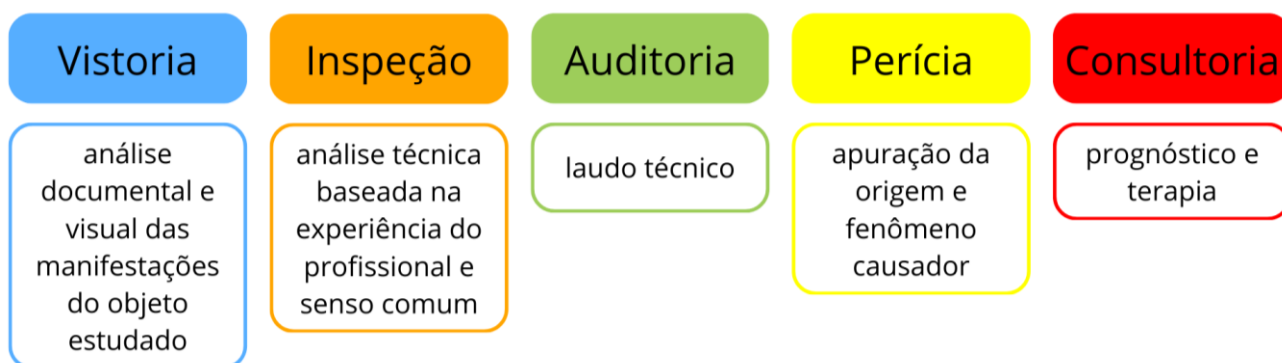
Segundo a NBR 16747:2020 – Inspeção Predial, pode-se classificar as irregularidades em anomalias ou falhas. As anomalias nada mais são do que a perda de desempenho de um sistema ou elemento, podendo ser subdividida em:

- a) Endógena: quando decorre das etapas de projeto e/ou execução
- b) Exógena: quando decorre de fatores externos a edificação;
- c) Funcional: decorre do envelhecimento natural.

Já as falhas, também são caracterizadas pela perda de desempenho, porém são derivadas do uso, operação e manutenção da edificação.

Com o objetivo de avaliar, investigar e solucionar estes problemas, existe um ramo na engenharia e arquitetura chamado Engenharia Diagnóstica. Segundo Gomide *et al.* (2020), esta área utiliza as etapas de vistoria, inspeção, auditoria, perícia e consultoria, como um referencial para executar um serviço. Na Figura 2, é possível observar as cinco etapas da engenharia diagnóstica em ordem lógica, junto a elas, uma breve definição do que é realizado em cada um dos passos.

Figura 2: Etapas da engenharia diagnóstica



Fonte: Gomide *et al.*, 2020 (adaptado).

2.1.1 Origens

O aparecimento das manifestações patológicas é favorecido quando existem falhas durante o processo construtivo e após a execução da obra. Quando essas falhas ocorrem, trazem consigo o aumento dos casos de manifestações patológicas, assim como defeitos aparentes, insatisfação dos usuários, além de afetar a durabilidade da estrutura (Crispim, 2021).

Segundo Crispim (2021), as manifestações patológicas podem ser classificadas em quatro grupos quanto a sua origem:

- a) Congênitas: surgem na fase de projeto, decorrente da falta de ensaios, escolha dos materiais, erros de dimensionamento, entre outros;
- b) Construtivas: surgem na fase de execução, sendo possíveis causas a mão de obra desqualificada, falta de controle de materiais e falta de fiscalização.
- c) Adquiridas: surgem após o final da obra, geralmente relacionado à classe de agressividade, uso da edificação e falta de manutenção;
- d) Acidentais: ocorrem por fenômenos naturais ou acidentes.

Um estudo desenvolvido por Grunau (1981) *apud* Helene (1992), demonstra, conforme Tabela 1, que grande parte das manifestações patológicas ocorrem na fase de projeto, sendo necessário um melhor planejamento nesta etapa. Percebe-se a discrepância das ocorrências de manifestações patológicas na fase de projeto em relação com as demais etapas, sendo a segunda maior ocorrência na execução.

Tabela 1: Ocorrência de manifestações patológicas por fase de construção

Fase de construção	Ocorrência de manifestações patológicas
Projeto	40%
Execução	28%
Materiais	18%
Uso	10%
Planejamento	4%

Fonte: Helene, 1992 (adaptado).

Outra pesquisa semelhante foi realizada por Carmona e Marega (1988), onde, conforme demonstrado pela Tabela 2, foi constatado que a principal origem das manifestações patológicas ocorre durante problemas de execução.

Tabela 2: Ocorrência de manifestações patológicas

Fase de construção	Ocorrência de manifestações patológicas
Execução	51%
Projeto	18%
Uso	13%
Materiais	7%
Fortuitas	6%
Manutenção	3%
Outros	2%

Fonte: Carmona e Marega, 1988 (adaptado).

Ambas as pesquisas elencam as fases de projeto e execução como as duas maiores causadoras das manifestações patológicas, diminuindo a vida útil e necessitando de reparos logo nos primeiros anos de vida da edificação.

2.1.2 Principais tipos de manifestações patológicas

De acordo com Sousa *et al.* (2021), as manifestações patológicas mais recorrentes na construção civil são: a carbonatação do concreto, infiltração, fissuras, desgaste do concreto e falhas estruturais. Vale também citar algumas manifestações que são decorrentes das umidades das edificações, sendo elas as eflorescências, mofo, descolamento da pintura, lixiviação, trincas por umidade, dentre outras.

2.1.2.1 Fissuras

Dentre todos os outros problemas estruturais que afetam diretamente as edificações, as trincas e fissuras são as mais importantes. Esta atenção especial se

deve ao fato de que o surgimento delas pode indicar o comprometimento do desempenho da estrutura, em alguns casos, aviso de um eventual colapso e levar ao constrangimento psicológico que a fissuração causa nos usuários da edificação (Thomaz, 1989). As origens mais comuns desta manifestação patológica são: recalques de fundações, falhas de projeto ou execução e esmagamento da estrutura (Sousa *et al.*, 2021). Para diagnosticar as trincas e fissuras, é feita a classificação delas de acordo com a sua abertura, para que seja proposto o procedimento correto de recuperação. Vale ressaltar também que se deve determinar se o processo já se estabilizou ou não (Olivari, 2013). Além disso, é válido citar que nem sempre as fissuras surgem de problemas estruturais, as vezes são originadas pela falta de encunhamento, movimentação ou acomodação da estrutura, dentre outros fatores. Na Tabela 3, é apresentada uma das classificações de trincas e fissuras, porém estes valores podem variar de autor para autor.

Segundo Pina (2013), pode-se classificar esta manifestação em três grandes grupos, sendo eles: fissuras, trincas e rachaduras. As fissuras geralmente não trazem um perigo estrutural e muitas vezes são estéticas, porém, se não forem tratadas, podem evoluir para trincas e rachaduras (Souza, 2021).

Já as trincas podem indicar a partição de algum elemento estrutural, trazendo a possibilidade de entrada ou passagem de vento e umidade. E por último, temos as rachaduras que trazem um grande perigo estrutural, sendo sua recuperação de nível mais elevado (Souza, 2021). Na Tabela 3, é apresentada uma das classificações de trincas e fissuras, porém estes valores podem variar de autor para autor.

Tabela 3: Classificação de trincas e fissuras

Tipo	Abertura (mm)
Fissura capilar	< 0,2
Fissura	0,2 – 0,5
Trinca	0,5 – 1,5
Rachadura	1,5 – 5
Fenda	5 – 10
Brecha	> 10

Fonte: Thomaz, 1989 apud Souza, 2019.

Além disso, como citado por Bauer (2008), ao analisar fissuração em estruturas de concreto, devemos considerar alguns aspectos importantes como:

- Se ocorre em elementos estruturais ou em alvenarias não estruturais;

- Se elas afetam o elemento como um todo ou se é superficial (profundidade);
- Orientação, quantidades, frequências, ordem de aparecimento e outros aspectos visuais permitem avaliar as causas da manifestação;
- Se a fissura está ativa ou inativa para avaliar a segurança da estrutura em serviço;
- A observação do estado de fissuração deve ser organizado, sistemático, contínuo e num período de tempo suficiente para que seja conclusivo.

Além disso, é essencial que o profissional consiga projetar o movimento da estrutura que gerou tal fissura, pois elas são causadas por movimentações distintas. Uma das formas propostas pelo autor é a eliminação de hipóteses quando não se consegue obter um diagnóstico preciso (Thomaz, 2020).

2.1.3 Umidade

A água é um dos principais causadores de manifestações patológicas independente do estado em que se encontre. Além de ser um agente de degradação das estruturas, ela pode também ser um meio de transporte para outros agentes invasivos (Queruz, 2007).

Estas manifestações podem gerar diversos problemas para a construção e para os usuários, podendo, na maior parte das vezes, não ter solução ou possuir soluções muito difíceis. Algumas das consequências que a umidade pode causar são: o prejuízo na funcionalidade, desconforto dos usuários além de trazer problemas de saúde, principalmente respiratórios, danos em objetos e equipamentos pertencentes à construção e prejuízo financeiro.

Além disso, ela pode agir de diversas formas, sejam elas durante o uso da edificação ou até mesmo na fase de execução da obra. Um dos mecanismos mais conhecidos é a umidade por infiltração, que ocorre por conta da passagem de água do meio externo para o interno, penetrando por capilaridade através de fissuras existentes no contrapiso, revestimentos, piso de cobertura, dentre outros (Pereira, 2018).

Tem-se ainda a umidade ascensional, que é caracterizada pela presença de água proveniente do solo, tanto por fenômenos de aumento da umidade quanto pela presença de lençóis freáticos. Ela é percebida principalmente em paredes e pisos, no

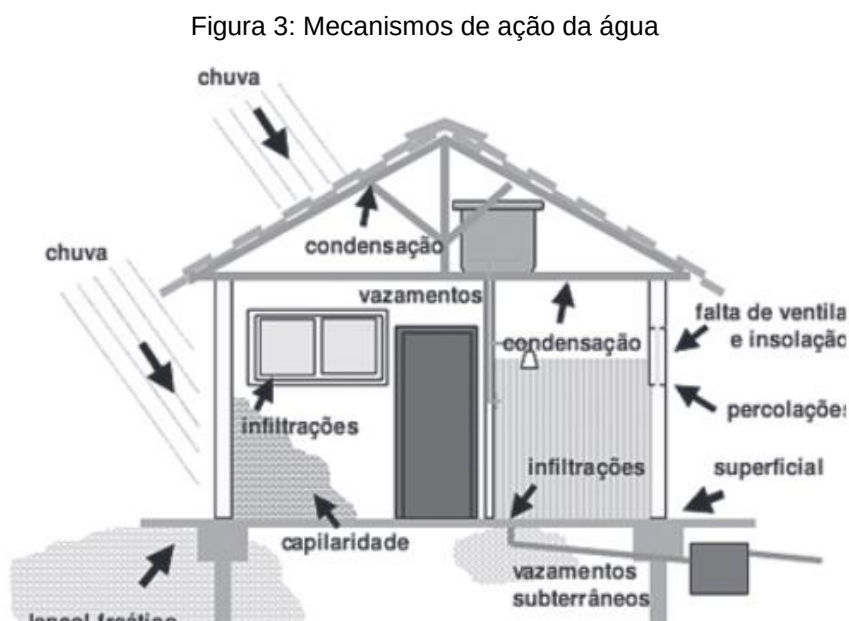
caso de paredes, ocorre por conta do fenômeno de capilaridade (Vieira, 2018). Vale ressaltar que, a ascensão da água ocorre por capilaridade, ou seja, este sistema funciona como vasos comunicantes, permitindo que a água suba até equilibrar com a força da gravidade (Righi, 2009).

Além delas, existe também a umidade por condensação que é decorrente da presença de umidade no ar e por conta de superfícies que estejam com temperatura abaixo do ponto de orvalho. Ocorre pela redução da capacidade de absorção de umidade do ar pela superfície do substrato, causando a precipitação do excesso de umidade (Vieira, 2018).

A umidade de obra ocorre durante a execução do projeto e é causada pela umidade que ficou impregnada nos materiais durante a execução da obra e que tendem a se exteriorizar para estabelecer o equilíbrio entre material e ambiente (Queruz, 2007).

E por fim, temos a umidade accidental, que ocorre por falhas nos sistemas de instalações hidráulicas, gerando infiltrações. Esta patologia é extremamente importante em edificações mais antigas ou com materiais de vida útil já excedido, pois costumam não entrar nos planos de manutenção predial (Righi, 2009).

A Figura 3 exemplifica todos os mecanismos de atuação da água numa edificação. Identificar estas causas são fundamentais para a escolha correta da impermeabilização, a fim de evitar a degradação da estrutura (Silva; Junior; Holanda, 2019).



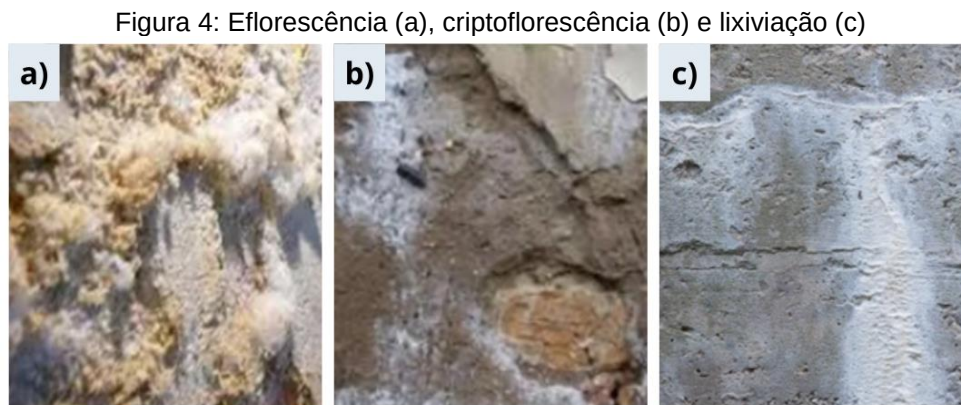
Fonte: Soares, 2014 *apud* Silva; Junior; Holanda, 2019.

2.1.3.1 Eflorescência, criptoflorescência e lixiviação

A eflorescência é um fenômeno que consiste no transporte dos sais presentes nos materiais que compõem a estrutura para a superfície do substrato. Este processo é caracterizado, principalmente, por manchas, descoloramento e, quando em grande quantidade, formação de estalactites (Biângulo; Moura, 2021).

Já a criptoflorescência é um conglomerado de sais que são formados a partir do mesmo processo das eflorescências, porém ficam localizados no interior da estrutura. Essa manifestação patológica pode gerar a expansão do material, gerando empolamento e deslocamento de revestimentos (Suplicy, 2012).

A lixiviação pode ser tratada como uma das causas da eflorescência, devido ao fato dela se tratar da dissolução e transporte dos compostos hidratados da pasta de cimento. Este problema pode ser identificado, principalmente, pela superfície mais arenosa ou exposição dos agregados na mesma e presença de eflorescências (Helene, 2003). Na Figura 4, pode-se observar a diferença entre as três manifestações patológicas citadas, a eflorescência, criptoflorescência e a lixiviação, respectivamente.



Fonte: Mundo da tinta, 2011 (a e b); Oramax, 2024 (c).

2.2 SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES E SUAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

A presença de água ou infiltração nos elementos construtivos são um dos principais responsáveis pela degradação das edificações, prejudicando esteticamente e funcionalmente, exigindo recursos para a solução destes problemas (Bauer, 2019).

A impermeabilização tem como principal objetivo garantir a proteção dos elementos da edificação que possam ser degradados por fluidos, vapores e umidade (Martins, 2018). Segundo a NBR 9575, é necessário que obras de uso público, coletivo

e privado, tenham seus projetos feitos por um profissional legalmente habilitado para evitar problemas de interferência entre o projeto arquitetônico e seus complementares. Esta norma prevê também, algumas exigências para a execução dos sistemas de impermeabilização que podem variar de acordo com o local empregado:

- a) Resistir as cargas estáticas e dinâmicas: punção, fendilhamento, ruptura por tração, desgaste, descolamento e esmagamento;
- b) Resistir aos movimentos de dilatação e retração do substrato: fendilhamento, ruptura por tração, desgaste e descolamento;
- c) Resistir aos desgastes e descolamentos;
- d) Resistir as pressões hidrostáticas;
- e) Resistir ao ataque e agressão de vegetações;
- f) Apresentar aderência, flexibilidade, resistência e estabilidade mecânica.

Atualmente, existem diversas opções de materiais impermeabilizantes com características variáveis que, por meio dos parâmetros técnicos e ações físico-químicas envolvidos no processo, permitem que seja feita a escolha do melhor material para o ambiente na qual ele será aplicado (Righi, 2009).

Os sistemas impermeabilizantes podem ser subdivididos em rígidos e flexíveis. A impermeabilização rígida, possui aditivos que diminuem a porosidade, porém ela não trabalha junto com a movimentação da estrutura, não sendo recomendada para locais com grandes variações de temperatura (Vedacit, 2013).

Já a impermeabilização flexível, de acordo com a NBR 9575, é uma opção que pode ser aplicada em áreas da construção que estão sujeitas a fissuração, sendo muito recomendada para coberturas por trabalhar juntamente com a estrutura (Vedacit, 2013).

2.2.1 Sistemas impermeabilizantes para coberturas

Um dos materiais que podem ser utilizados é a membrana asfáltica. Ela é um material que une produtos derivados do cimento asfáltico de petróleo e impermeabilizantes. São aplicadas em forma de pintura, podendo ser aplicado a frio (Figura 5). No caso de aplicação a quente (Figura 6 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), deve-se ter mão-de-obra especializada (Righi, 2009). Geralmente são

utilizadas em baldrame, fundações e contrapisos. Além disso, elas podem ser classificadas em emulsão asfáltica, asfalto oxidado e asfalto modificado, essa classificação se dá pelo tipo de material betuminoso empregado, (Righi, 2009)

Figura 5: Aplicação a frio de membrana asfáltica



Fonte: Esteves; Santos; Salomão, 2020.

Figura 6: Aplicação a quente membrana asfáltica



Fonte: Esteves; Santos; Salomão, 2020.

Outra opção é o uso da membrana acrílica. Ela utiliza um impermeabilizante com base de resina acrílica, pura ou etirenada. É resistente à intempéries além de refletir os raios solares devido sua cor ser branca, contribuindo para a atenuação térmica ao ambiente interno. Pode ser utilizada em áreas expostas como lajes, abobadas, viga-calha, telha de fibrocimento, dentre outros. Sua principal vantagem é não necessitar de uma proteção mecânica. Por outro lado, por não ter essa camada, deve haver uma reaplicação do produto periodicamente (Bauer, 2019). Na Figura 7, pode-se observar a aplicação da membrana acrílica.

Figura 7: Aplicação de membrana acrílica



Fonte: Esteves; Santos; Salomão, 2020.

Além disso, se tem as mantas asfálticas (Figura 8), que são feitas a partir da modificação do asfalto, podendo ou não ter polímeros, além de ser estruturada com um não tecido com filamentos de poliéster, estabilizado com véu de fibra de vidro ou com filme de poliestileno (Bauer, 2019). Como pode ser visto na NBR 9575, a escolha da manta adequada é imposta a partir de como a água age naquele local. No caso da laje, devemos evitar a percolação da água, neste caso em específico, a água da chuva, sendo a manta asfáltica a melhor solução construtiva.

Figura 8: Aplicação de manta asfáltica



Fonte: Pinheiro, 2019.

Vale ressaltar que as principais vantagens das mantas asfálticas são a espessura constante, fácil controle e fiscalização, aplicação única, rápida execução e não é necessário esperar a secagem (Mello, 2005).

Existem diversos tipos de mantas, e o que difere elas são a composição, estruturante, acabamento e espessura. Na ~~Erro! Fonte de referência não encontrada.~~ podemos

observar os diferentes tipos de componentes e classificações das mantas asfálticas (Righi, 2009).

Tabela 4: Classificação das mantas asfálticas

Mantas asfálticas	Tipo de asfalto	Estruturante interno	Espessura	Acabamento
	Elastomérico	Filme de polietileno	3 mm a 5 mm	Granular
	Plastomérico	Véu de fibra de vidro		Metálico
	Oxidado	Não tecido de poliéster		Antiaderente
		Tela de poliéster		

Fonte: Rigui, 2009 (adaptado).

Independente do material escolhido, deve atentar-se com a boa aderência da manta com o substrato evitando assim, a formação de bolhas. Outro ponto de atenção é nas emendas, pois tendem a ser os pontos críticos desta impermeabilização (Righi, 2009).

Para aplicar a manta asfáltica pode usar o asfalto quente ou o maçarico, sendo as mais comuns aplicadas com maçarico. Neste caso, a chama do maçarico é direcionada para aquecer a superfície aderente da manta e a base do substrato para que consiga colar uma a outra, devendo se atentar para a temperatura não estar muito elevada, para não danificar a manta e comprometer a fixação. Já as de aderência com asfalto, ele é aplicado a quente entre a manta e substrato, colando a manta na superfície (Vieira; Junior; Florian, 2022).

De acordo com a NBR 9575, o projeto de impermeabilização deve ser desenvolvido em conjunto com os demais para que sejam previstas as especificações necessárias para o bom desempenho da edificação. A primeira etapa é a de estudo preliminar onde é realizado o relatório contendo a qualificação das áreas e as possíveis impermeabilizações que podem ser aplicadas no empreendimento.

A partir disso, consegue-se fazer o projeto básico, onde são definidas as áreas, a impermeabilização escolhida, quantitativos e estudo de desempenho. Por fim, é feito o projeto executivo, etapa em que realiza-se as plantas de localização e identificação, detalhamentos, memorial e quantitativo de materiais e serviços (ABNT, 2010).

Porém, para que o projeto tenha um bom desempenho, deve-se adotar algumas especificações. O sistema deve resistir às cargas estáticas e dinâmicas que atuam sobre a impermeabilização, como o punctionamento, fendilhamento, ruptura por

tração, desgaste, descolamento e esmagamento. Além disso, ela deve também resistir aos efeitos dos movimentos de dilatação térmica do substrato e dos revestimentos, sendo eles: fendilhamento, ruptura por tração, descolamento, resistir a degradação por influências naturais, resistir a pressões hidrostáticas, apresentar características compatíveis com as solicitações previstas nos demais projetos, como aderência e flexibilidade, além de resistir ao ataque biológico (ABNT, 2010). Além do mais, na NBR 9575, é possível ver alguns detalhes construtivos que deve ser seguido no projeto executivo, principalmente relacionado a aplicação da manta, escoamento e compatibilização.

2.2.2 Manifestações patológicas em sistemas impermeabilizantes

As manifestações patológicas mais recorrentes nos sistemas impermeabilizantes são a formação de trincas e fissuras na proteção mecânica, a degradação da proteção mecânica, ação biológica e o afloramento da camada de proteção térmica (Brandão; Jesus; Cortivo, 2020). Esses defeitos foram detectados a partir de análises de sistemas já executados onde, após o aparecimento deles, foi possível detectar suas respectivas causas (Cruz, 2003).

O ataque biológico é causado pela penetração de raízes de fungos e plantas nas fissuras ou em áreas úmidas do substrato. Além disso, em coberturas, pode causar a obstrução das tubulações de rede pluvial, prejudicando a drenagem da edificação, como demonstrado na Figura 9 (Oliveira, 2015).

Figura 9: Ataque biológico



Fonte: Martins, 2018.

Aparecimento de fissuras na proteção mecânica se deve principalmente à exposição dessa camada a intempéries. Pode ocorrer por conta da redução da

resistência devido a ação da água, do processo de dissolução e lixiviação dos componentes presentes na pasta, ou pela dilatação térmica do material (Figura 10). Essa camada pode também sofrer degradação na forma de esfarelamento e deslocamento da argamassa, como pode ser observado na Figura 11 (Martins, 2018).

Figura 10: Fissuras de dilatação térmica



Fonte: Brandão; Jesus; Cortivo, 2020.

Figura 11: Degradação da camada de proteção mecânica



Fonte: Dias; Simonetti; Pacheco; Ehrenbring; Christ, 2022.

Uma prática incorreta que pode gerar manifestações patológicas no decorrer do uso da edificação é a falta de compatibilização, já que, a interferência entre os projetos que compõem a edificação pode se tornar um obstáculo na hora de executar a impermeabilização, principalmente quando se refere à estanqueidade. Além disso, o uso incorreto do edifício ou a instalação posterior de itens para os quais ele não foi preparado ou dimensionado, pode, de certa forma, influenciar no surgimento de outros problemas ou agravar as já existentes (Costa; Pinto; Miranda, 2012). Pode ser visto na Figura 12 um exemplo de falta de compatibilização dos projetos, onde a fiação elétrica se encontra exposta.

Figura 12: Fiação elétrica exposta inadequadamente



Fonte: : CINPAR, 2010.

Outra manifestação patológica recorrente é o afloramento da camada de proteção térmica, que está relacionada de certa forma com a desagregação da proteção mecânica. Ela consiste na exposição, por exemplo, da proteção de poliestireno expandido (EPS) sobre mantas asfálticas, fato que permite um aceleração na degradação do material (Brandão; Jesus; Cortivo, 2020). Na Figura 13 pode ser observado o afloramento da proteção mecânica da manta asfáltica.

Figura 13: Afloramento da proteção térmica



Fonte: Cruz, 2003.

Vale ressaltar que, alguns problemas que podem aparecer nas edificações, podem ser causados pelo não atendimento aos requisitos e orientações de execução. Um desses problemas é o acúmulo de água em pontos da cobertura. Este tipo de incidente pode indicar que a inclinação do substrato no sentido dos coletores, que deve ser de 1%, não foi atendida, prejudicando assim, a drenagem pluvial da cobertura (Martins, 2018).

Outras não conformidades que podem ser encontradas são, arremates inadequados nas tubulações e ralos próximos às paredes, descolamento das mantas e infiltração devido à má sobreposição entre as mantas asfálticas, o que pode gerar a

necessidade de remendos nas arestas (Martins, 2018). Vale ressaltar que essa sobreposição deve ser de, no mínimo, 10 centímetros, como é determinado pela NBR 9574. Além disso, para aplicações com maçarico a GLP, a manta deve ser selada com roletes, espátulas ou com a colher de pedreiro de pontas arredondadas (ABNT, 2008). Vale ressaltar que, como consta na norma, a chama deve estar na temperatura ideal, pois se estiver muito quente pode danificar o material e a aderência ao substrato.

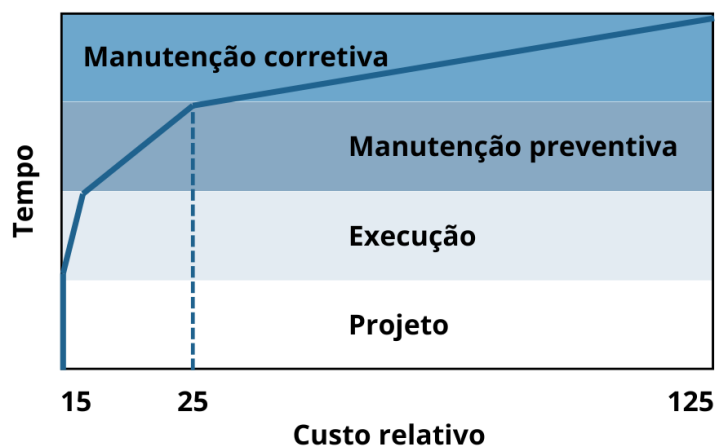
2.3 MANUTENÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

A falta de uma cultura de manutenção, principalmente a preventiva, faz com que muitos órgãos, em especial os públicos, priorizem a execução ao invés da conservação. Além disso, a ausência de política e estratégias de conservação resultam em diversas consequências, principalmente referente aos riscos causados por acidentes estruturais (Vitório, 2006).

Quando as manutenções são realizadas sem planejamento e sem critério técnico, acabam gerando mais falhas e retrabalho, além de haver gastos desnecessários. Com base na NBR 5674:2012, um sistema de manutenção deve possuir mecanismos que prevejam os custos necessários para realizar serviços de manutenção. Portanto, os custos devem ser sempre acompanhados pelos gestores (Monjardim, 2017).

Vale ressaltar também que as organizações e a sociedade devem arcar, nestes casos, com os altos custos de reparo. Este custo relativo das manutenções pode ser observado pela lei de evolução dos custos, mais conhecida como Lei de Sitter. A Figura 14 mostra como os custos crescem segundo uma progressão geométrica de razão cinco (Vitório, 2006).

Figura 14: Lei de Sitter



Fonte: Sitter, 1984.

Com base na figura acima, tem-se as seguintes medidas tomadas a cada fase da edificação:

- a) Fase de projeto: aqui são tomadas medidas a nível de projeto com o objetivo de aumentar sua vida útil e seu desempenho;
- b) Fase de execução: é uma medida extra de projeto onde os elementos são analisados in loco visando a sua maior durabilidade;
- c) Fase de manutenção preventiva: são medidas tomadas por profissionais capacitados após a execução;
- d) Fase de manutenção corretiva: serviços de diagnóstico, reparos e reforços de elementos já comprometidos.

Nesse contexto, a Lei de Sitter conclui que os custos aumentam conforme a realização tardia de intervenções. Então, quanto melhor o planejamento e gerenciamento das fases de projeto, execução e manutenção, menor serão os gastos ao longo da vida útil da edificação (Monjardim, 2017).

A vida útil e os níveis de desempenho dos sistemas que compõem uma edificação são fatores que justificam o investimento na aplicação de recursos públicos para a manutenção predial (Ferreira, 2017). De acordo com a NBR 15575, a vida útil de um edifício consiste no período de tempo que seus sistemas devem atender as suas necessidades de uso, sendo uma forma de garantir que ele atinja o nível de desempenho e segurança desejado.

Outro termo citado na normativa é a vida útil de projeto, que determina uma estimativa teórica para o qual o sistema é projetado. Na Tabela 5 são apresentados os valores teóricos mínimos para que os sistemas obtenham uma durabilidade potencial coerente com a vida útil de projeto (ABNT, 2013).

Tabela 5: Vida útil de projeto - Prazos mínimos

Sistema	VUP mínima em anos
Estrutura	≥ 50
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Fonte: ABNT, 2013.

Para que estes prazos sejam atendidos, devem ser realizadas manutenções ao decorrer da vida da edificação. Pode-se classificar as manutenções em três tipos: a manutenção corretiva, preventiva e preditiva.

A manutenção corretiva é aquela que visa corrigir um elemento ou sistema no qual se observa a incidência de falha ou desempenho menor que o esperado. Busca-se, com ela, reparar ou substituir o elemento deficiente, visando restabelecer a funcionalidade e segurança. Pode ser considerada, também, como uma manutenção de emergência. Classifica-se em planejada e não planejada. A planejada é decidida por meio da observação, não necessariamente por uma falha, e é geralmente definida após manutenções preditivas. Já a não planejada é fundamentada após a falha do elemento (Bolina; Tutikian; Helene, 2019).

A manutenção preventiva visa preservar o desempenho da edificação em algum momento de sua vida útil, evitando a deflagração de anomalias. Consiste na substituição ou renovação do elemento de acordo com a indicação do fabricante (Bolina; Tutikian; Helene, 2019).

Já a manutenção preditiva é definida com base no acompanhamento dos parâmetros de desempenho de um elemento ou sistema. Ela é mais fundamentada, pois leva como base dados e índices comparativos (Bolina; Tutikian; Helene, 2019).

2.4 MÉTODO GUT

Este método é uma ferramenta, que se apresenta como uma matriz, utilizada para priorizar a resolução de problemas de forma mais racional, analisando a gravidade do problema, urgência dele ser resolvido e a tendência com a qual ele aparece (Santos *et al*, 2019).

Em muitos estudos de caso, principalmente na área de patologia das construções, este método é utilizado para auxiliar na tomada de decisão na hora de

propor medidas de recuperação da estrutura (Santos, *et al*, 2019). Ele utiliza de colunas de decisão para definir a prioridade do problema em questão, juntamente com uma pontuação, conforme a Tabela 6. Conforme o profissional que realiza a inspeção combina estas colunas, é possível montar um ranking de priorização, conseguindo, assim, embasar suas tomadas de decisão de forma eficaz (Martins; Pessoa; Nascimento, 2017).

Tabela 6: Pontuação GUT.

Pontos	Gravidade	Urgência	Tendência
	Consequência se nada for feito	Prazo para tomada de decisão	Proporção do problema no futuro
10	Prejuízos extremamente graves	É necessário ação imediata	Se nada for feito, agravamento imediato
8	Muito graves	Com alguma urgência	Vai piorar a curto prazo
6	Graves	O mais cedo possível	Vai piorar a médio prazo
3	Pouco graves	Pode esperar um pouco	Vai piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar

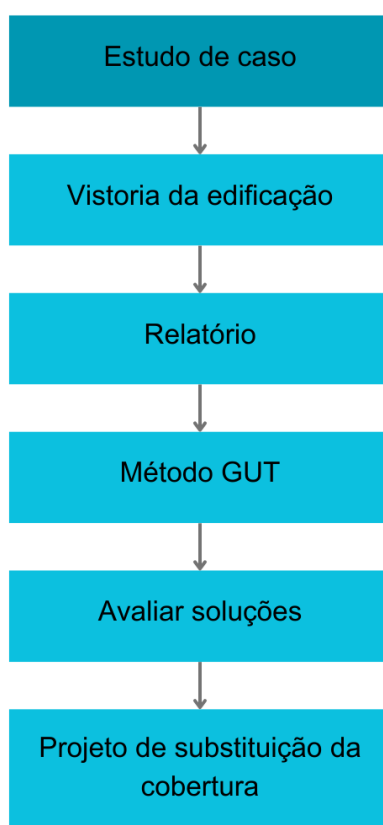
Fonte: Ceregato, 2022.

Cada problema recebe uma nota de 1 a 10 em cada uma das colunas de decisão, sendo estes pontos multiplicados no fim gerando um valor resultante para cada problema.

3 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos da pesquisa, foi necessário realizar um planejamento experimental detalhado que abordasse todas as etapas da pesquisa. O estudo focou-se na análise da cobertura do Bloco da Central de Salas da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Por meio de uma inspeção predial, um mapeamento da cobertura foi realizado com o intuito de identificar manifestações patológicas e suas causas. Medidas de intervenção foram sugeridas, utilizando o Método GUT como meio de elencar a prioridade das manutenções. Além disso, foi elaborada uma proposta de projeto para manutenção da cobertura da edificação. Todas estas etapas foram realizadas com base no planejamento exposto na Figura 15.

Figura 15: Fluxograma das atividades.



Fonte: A Autora, 2024.

O fluxograma foi elaborado com base nas etapas da Engenharia Diagnóstica, a fim de encontrar soluções para as falhas encontradas na cobertura do corredor central da Central de Salas. Primeiramente, foi escolhido o objeto de estudo e logo em seguida foi realizado duas vistorias.

Com base nas manifestações patológicas encontradas, foi possível elaborar um relatório, apresentado em forma de tabela, apresentando todas as falhas encontradas na cobertura, aplicando assim, posteriormente, o método GUT. Este método auxilia na priorização de resolução de problemas de forma mais assertiva. E por fim, com todas as informações necessárias, foi realizado um projeto de substituição da manta asfáltica e da cobertura de policarbonato.

3.1 LOCAL DE ESTUDO

O bloco da Central de Salas fica localizado na Universidade Estadual de Ponta Grossa – Campus Uvaranas. O *campus* em questão é dividido em oito zonas e o local de estudo fica situado na zona 4, conforme definido pela Pró-Reitoria de Planejamento. Esta região é constituída pela Central de Salas, pelo Hall Tecnológico, pelo Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI), pelo estúdio e pela telefonia (Figura 16). O bloco da Central de Salas abriga diversos cursos simultaneamente, sendo uma edificação com alto tráfego de pessoas.

Figura 16: Zona 4 – Central de Salas

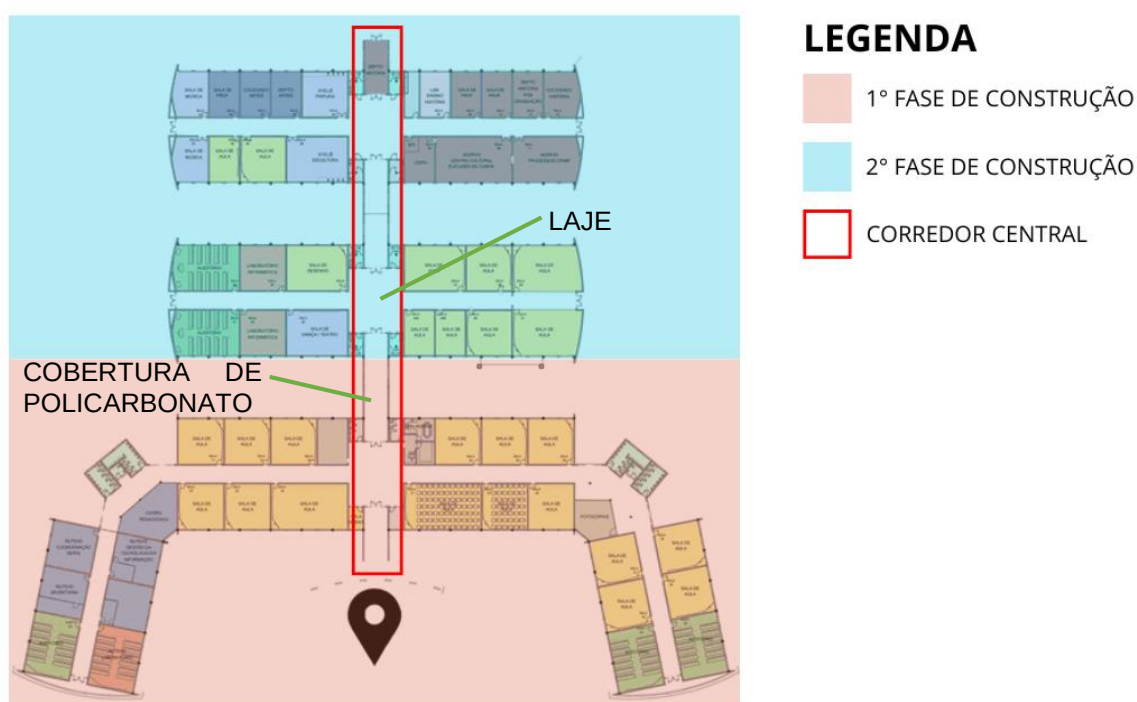


Fonte: FUI UEPG

A edificação foi construída em duas etapas, a primeira em 2001, e a segunda em meados de 2008, com projetos datando entre 2007 e 2009. Os elementos que

foram avaliados consistem da laje e do telhamento de polycarbonato, que acompanha todo o corredor principal e interliga todos os andares da Central de Salas, conforme indicado na Figura 17.

Figura 17: Central de Salas – UEPG



Fonte: FUI UEPG

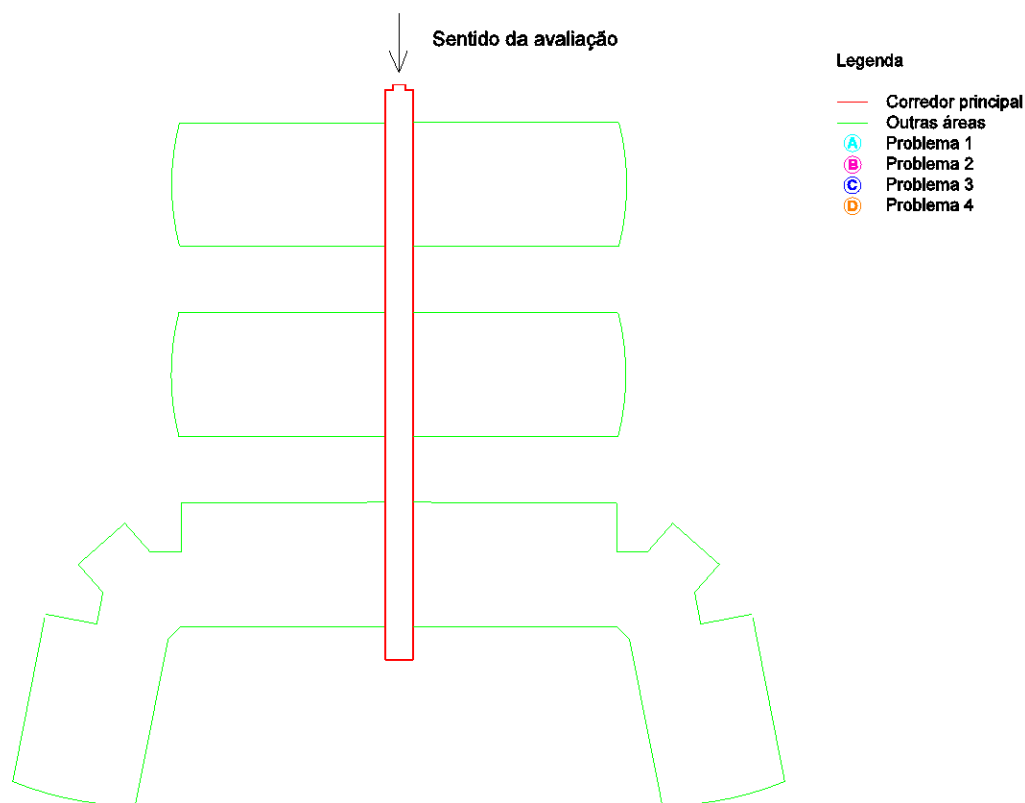
3.2 INSPEÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Buscando compreender as causas das manifestações patológicas encontradas no local, foram realizadas inspeções na laje da cobertura. As inspeções ocorreram nos dias 10/04/2024 e 10/09/2024. A primeira inspeção teve como objetivo realizar um panorama geral da cobertura, enquanto a segunda inspeção teve como propósito a realização de um mapeamento mais detalhado das manifestações patológicas.

A vistoria foi realizada partindo do fundo da edificação, como mostra a Figura 18. Esta escolha foi devido a praticidade e, de certa forma, facilidade, de acessar a cobertura pela parte de trás do bloco. Para a realização da inspeção foram utilizados os seguintes materiais: escada, trena 5 metros, trena de 50 metros, nível de bolha, martelo de borracha, plantas da cobertura para anotações e um aparelho telefônico para capturar as imagens. Cada manifestação patológica ou defeito encontrado foi

representado em planta por um letra diferente, seguindo a sequência alfabética, a fim de facilitar a localização da informação na tabela de diagnóstico, como exemplificado na legenda da figura abaixo.

Figura 18: Sentido lógico da vistoria



Fonte: A Autora, 2024.

3.3 RELATÓRIO

Por meio da inspeção, foi gerado um relatório com as manifestações patológicas aparentes na cobertura da edificação. Com os dados obtidos, foi realizado um diagnóstico preliminar apresentando: foto, descrição, problemas detectados, possíveis causas, e terapêuticas adequadas, que, em outras palavras, se trata das medidas de recuperação do elemento (Brito, 2017). Essas informações foram organizadas conforme a Tabela 7.

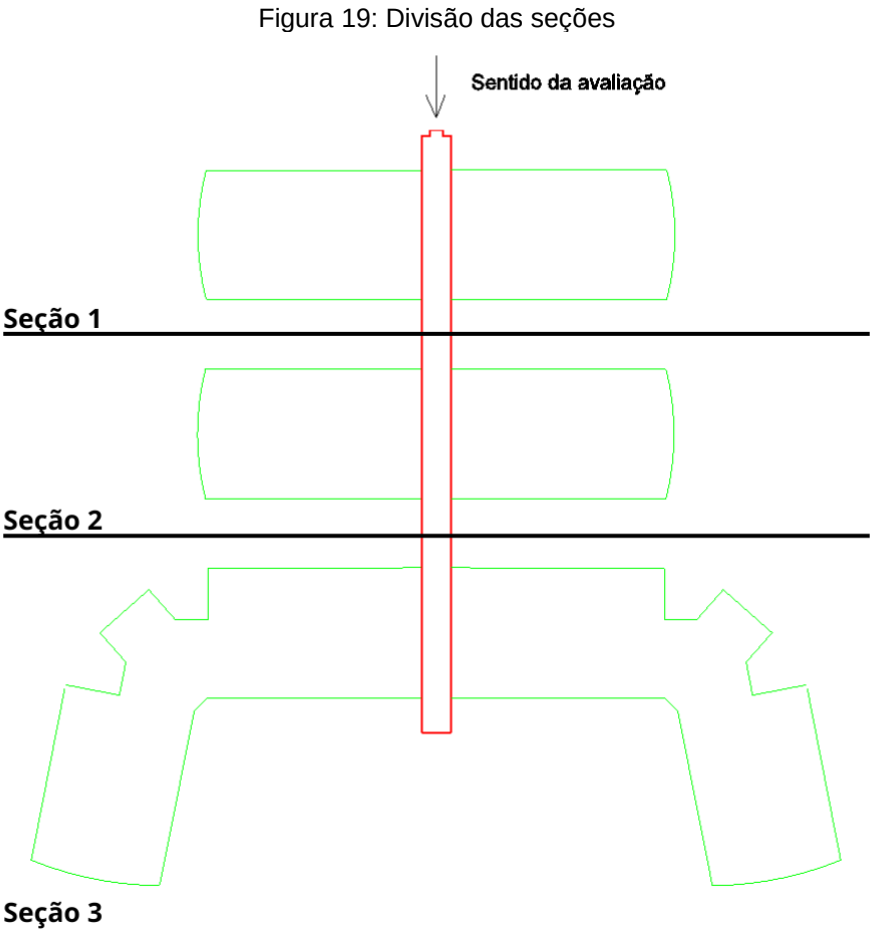
Durante a vistoria, foi tirado as medidas da cobertura e dos pontos de saída de água para a realização do projeto, analisado os problemas existentes e o caimento das lajes.

Tabela 7: Exemplificação da tabela de diagnóstico.

Problema patológico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada
(IMAGEM A)				
(IMAGEM B)				
(IMAGEM C)				
(IMAGEM C)				

Fonte: Brito, 2017 (Adaptado).

Vale ressaltar que, para facilitar o tratamento das informações obtidas em campo, optou-se por dividir a cobertura do corredor do bloco da Central de Salas em três seções, como apresentado na Figura 19 abaixo.



Fonte: A Autora, 2024.

3.4 MÉTODO GUT E SOLUÇÕES DOS PROBLEMAS

A partir da inspeção e do relatório gerado, foi aplicada a matriz de priorização pelo método GUT, com o objetivo de gerar uma ordem lógica para a solução dos problemas que necessitam ser resolvidos com mais urgência. Existem diversas formas de realizar a pontuação dos problemas pelo método GUT.

Portanto, a fim de seguir uma linha lógica com base nos estudos anteriormente realizados no bloco da Central de Salas, foi escolhida a pontuação indicada por Ceregato (2022), e também por Maciel e Krik (2023). Na Tabela 8 tem-se um modelo de como foi aplicado o método. Os problemas foram nomeados por ordem alfabética com base na ordem em que foram identificados.

Tabela 8: Modelo da tabela de aplicação do método

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T	Classificação
A					
B					
C					
D					
E					

Fonte: A Autora, 2023.

3.5 PROJETO DE SUBSTITUIÇÃO E ORÇAMENTO

Durante a vistoria, também foram realizadas medições detalhadas da cobertura e dos pontos de saída de água, com o objetivo de fornecer subsídios para a elaboração do projeto. Assim, foi elaborado um projeto de substituição da impermeabilização, com base nos projetos de detalhamento de Carmona (2017) e na NBR 9575 (ABNT, 2010). Além disso, será substituído também a cobertura de policarbonato, visto que, conforme será discutido na seção 4 deste trabalho, estão com diversas manifestações patológicas causadas pela falta de manutenção.

O projeto foi elaborado no *software Autocad*, com base nos projetos da segunda fase de construção da Central de Salas e das medidas obtidas nas inspeções. Além disso, foi realizado o orçamento para a execução da manutenção da cobertura com base na planilha desonerada de agosto/2024 do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), sendo a atualização mais recente encontrada. Vale ressaltar que foi adotado o BDI de 29,79%, conforme o adotado pela PROPLAN na obra da construção do Laboratório de Estruturas, a mais

recente licitação do tipo Concorrência homologada pela UEPG, seguindo o Acórdão 2622/2013 do TCU.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A laje de cobertura do corredor central é de concreto, com espessura de 10 centímetros. Possui diversos desníveis devido à drenagem pluvial e por conta da topografia do terreno. Alguns pontos da laje são impermeabilizados com manta asfáltica aluminizada, enquanto em outros pontos foi aplicada manta asfáltica convencional, com camada de proteção mecânica de argamassa acima. Já o telhamento de polycarbonato consiste de um polímero termoplástico que possui uma transparência semelhante ao vidro, além de maior resistência a impacto (Paixão; Castro, 2011). É utilizado, na maior parte das vezes, em ambientes externos para coberturas planas ou curvas, podendo ou não refletir a luz solar para diminuir a luz interna do ambiente (Riffel; Zardo; Camargo; Barbisan, 2018). Em contrapartida, o polycarbonato geralmente não é indicado para garantir conforto térmico e luminoso (Balsamo; Cabral; Sanfelice, 2019).

A primeira vistoria, realizada no dia 10/04/2024, teve como objetivo verificar um panorama geral da cobertura. Foi possível analisar que toda a cobertura de polycarbonato está degradada em diversos pontos ao longo de seu comprimento. Na Figura 20 se pode observar um remendo, devido às trincas no material em decorrência do ressecamento do material, e a placa de polycarbonato bem degradada na camada mais externa devido às intempéries.

Figura 20: Detalhe na cobertura de polycarbonato



Fonte: A Autora, 2024.

Além disso, nessa primeira vistoria, observou-se que a impermeabilização da cobertura havia sido executada com manta asfáltica comum e, em algumas regiões, com manta asfáltica aluminizada. Notou-se a má execução das mantas, as quais

apresentam descolamentos em vários pontos. Isso possibilita a infiltração de água e sua acumulação em camadas abaixo da manta (Figura 21). A infiltração pode ser vista também no interior da edificação, onde há várias marcas de umidade e estalactites formadas pela lixiviação do concreto da laje (Figura 22).

Figura 21: Detalhe do descolamento da manta



Fonte: A Autora, 2024.

Figura 22: Eflorescência na parte interna da laje



Fonte: A Autora, 2024.

Outro fator relevante é o acabamento das paredes após a aplicação da manta, que foi realizado de forma inadequada, como pode ser observado na Figura 23A má execução deste acabamento gerou o descolamento das extremidades da manta, permitindo a acumulação da água, em alguns pontos, entre a manta e a laje. De acordo com Carmona (2017) e a NBR 9575, é recomendado realizar algumas dobras para dificultar a percolação da água para o interior da estrutura. Além disso, no sentido vertical, a manta deve subir no mínimo 30 centímetros do piso acabado, sendo incluída nessa medida a sobreposição de mantas que seguem no sentido interno da parede.

Figura 23: Detalhe no acabamento da manta



Fonte: A Autora, 2024.

Vale ressaltar também que, na seção 2, havia um grande acúmulo de água devido à chuva (Figura 24). Alguns dias antes da vistoria, havia chovido na região, portanto, além dos problemas de infiltração, o sistema de drenagem da cobertura está comprometido. Hipóteses como a falta de declividade ou a obstrução do sistema de drenagem foram levantadas no momento.

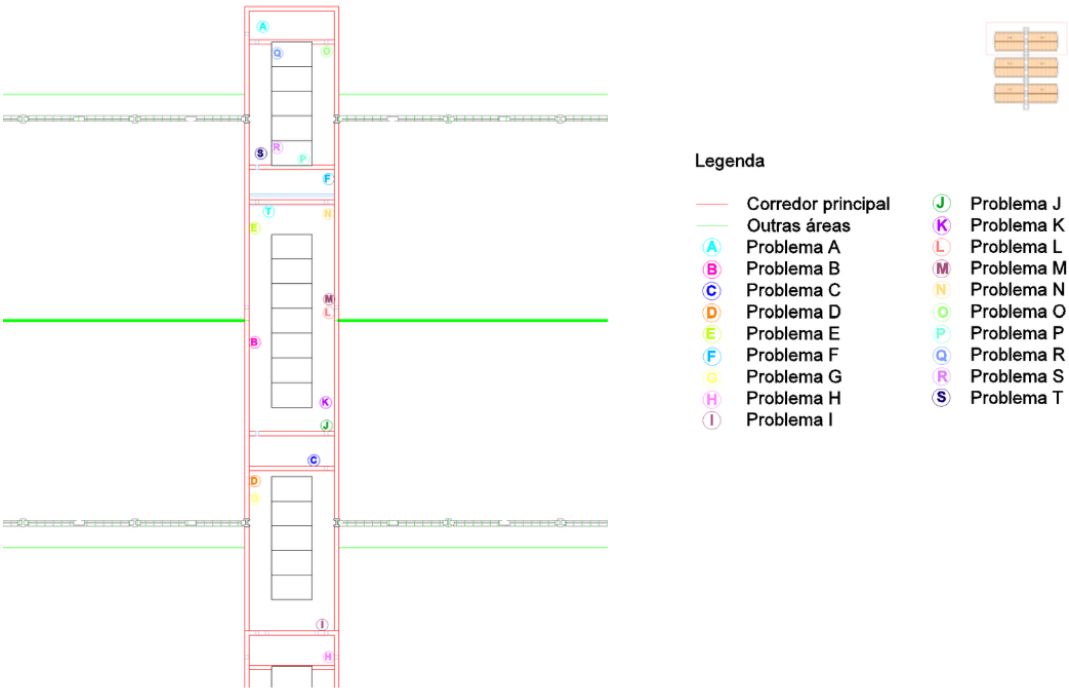
Figura 24: Acúmulo de água na laje



Fonte: A Autora, 2024.

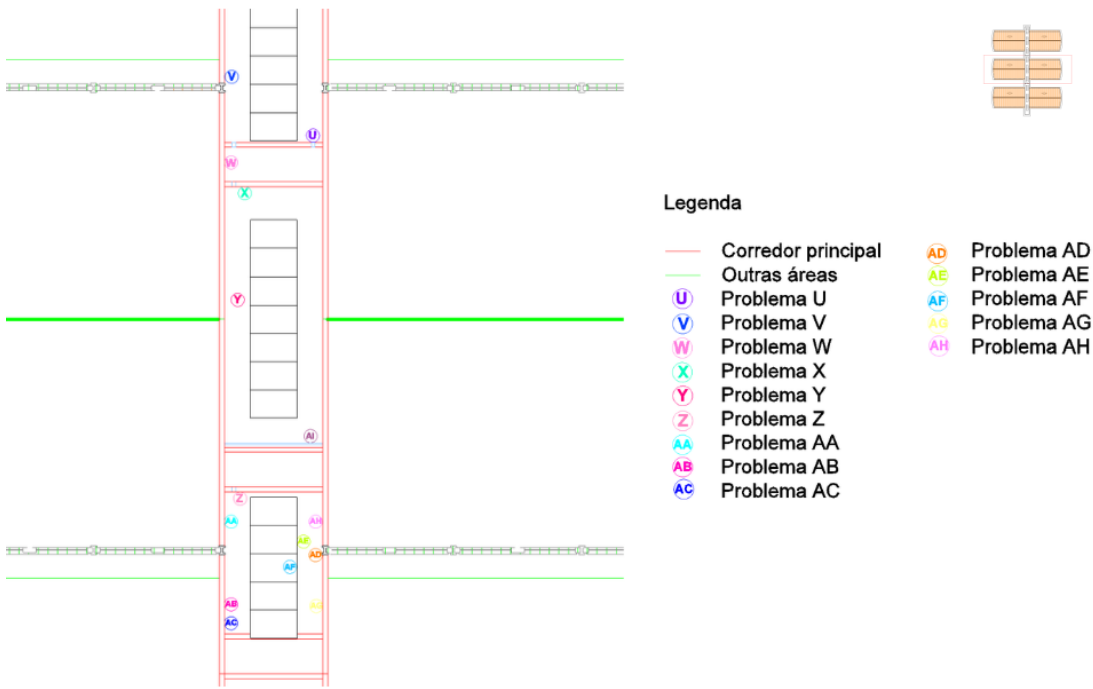
No dia 10/09/2024, foi realizada mais uma vistoria com o objetivo de mapear as manifestações patológicas de toda a cobertura central. Foram fotografados todos os defeitos existentes para que, posteriormente, pudesse organizar as informações na tabela de diagnóstico. As manifestações patológicas detectadas por seção, e podem ser vistas na Figura 25, Figura 26 e na Figura 27, onde mostra o local onde cada uma delas foi encontrada.

Figura 25: Manifestações detectadas seção 1



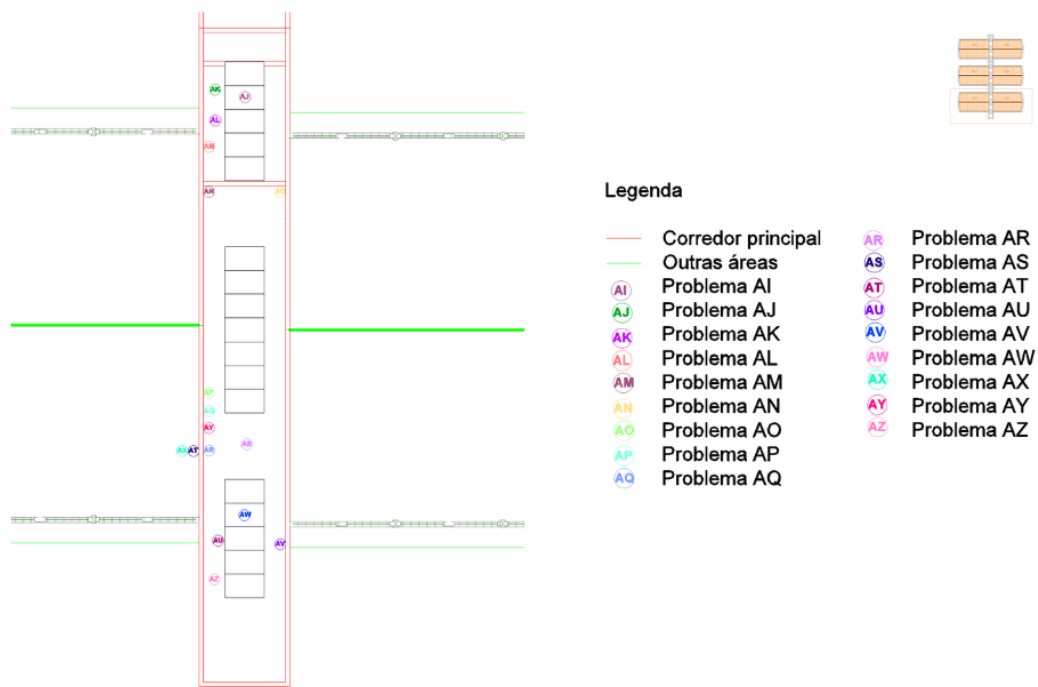
Fonte: A Autora, 2024.

Figura 26: Manifestações detectadas seção 2



Fonte: A Autora, 2024.

Figura 27: Manifestações detectadas seção 3



Fonte: A Autora, 2024.

Com os problemas devidamente mapeados, foi possível elaborar a tabela de diagnóstico, onde está melhor descrito cada manifestação patológica encontrada. Ainda nesta tabela, tem-se as possíveis causas discutidas sobre cada uma delas e a terapêutica adequada para a correção dos problemas.

As

Tabela 9, Tabela 10 e na Tabela 11 mostram os registros realizados para as seções 1, 2 e 3. Com base nas informações constadas nas tabelas a seguir, foi aplicado o método GUT, a fim de direcionar quais problemas seriam mais urgentes de serem tratados.

Tabela 9: Manifestações patológicas detectados na Seção 1

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
A		Descolamento da proteção mecânica da manta da cobertura	Degradação da camada de proteção mecânica	Dilatação térmica ou má aderência	Refazer a proteção mecânica	3	3	6	54	4
B		Acabamento da manta aluminizada com descamação	Afloração da camada asfáltica da manta	Envelhecimento da manta	Retirar e reaplicar a manta	3	3	6	54	4

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
C		Manta asfáltica completamente exposta	Degradação da camada de proteção mecânica	Má aderência da proteção térmica	Refazer a manta e a proteção mecânica	6	6	6	216	2
D		Buraco no revestimento da alvenaria por conta de um pedaço de cavaco de madeira não retirado na execução da obra	Fissuras por dilatação térmica e deslocamento da argamassa de revestimento	Fissuras por conta da dilatação do material e deslocamento por conta da presença de um pedaço de madeira presente entre o revestimento e a alvenaria	Refazer a argamassa de revestimento aplicando uma malha metálica para evitar a fissuração	3	3	3	27	5

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
E		Acúmulo de água na região o que permitiu o desgaste da proteção mecânica	Degradação da camada de proteção mecânica	Má aderência da argamassa	Refazer a manta e a proteção mecânica com o devido caimento	3	3	6	54	4
F		Acúmulo de água na região o que permitiu o desgaste da proteção mecânica	Degradação da camada de proteção mecânica	Má aderência da argamassa e inclinação incorreta da cobertura	Refazer a inclinação do contrapiso, reaplicar a manta e refazer a camada de proteção	3	3	6	54	4

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
G		Manta asfáltica completamente exposta e descolando	Degradação da camada de proteção mecânica e infiltração	Má aderência da argamassa ou má aplicação da manta	Refazer a manta e a proteção mecânica	6	6	3	108	3
H		Descolamento da proteção mecânica e formação vegetal entre a proteção restante e manta	Degradação da camada de proteção mecânica e ataque biológico	Má aderência da argamassa e crescimento vegetal por conta da umidade no local	Retirar a planta, refazer a manta e a proteção mecânica	3	3	3	27	5

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
I		Desgaste da proteção mecânica e formação vegetal na tubulação	Degradação da camada de proteção mecânica e ataque biológico	Má aderência da argamassa e crescimento vegetal na tubulação impedindo a passagem de água	Limpeza da tubulação, refazer a manta e a proteção mecânica	3	3	3	27	5
J		Desgaste da proteção mecânica e formação vegetal na tubulação	Degradação da camada de proteção mecânica e ataque biológico	Má aderência da argamassa e crescimento vegetal na tubulação impedindo a passagem de água	Limpeza da tubulação, refazer a manta e a proteção mecânica	3	3	3	27	5

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
K		Acúmulo de água na região o que permitiu o desgaste da proteção mecânica	Degradação da camada de proteção mecânica	Infiltração na argamassa de proteção	Refazer a manta e a proteção mecânica com o devido caimento	3	3	6	54	4
L		Desagregação da argamassa de revestimento, manta má executada e tubo extravasor mal posicionado	Degradação da camada de proteção mecânica, deslocamento da argamassa de revestimento e infiltração	Argamassa de revestimento deslocou por conta da infiltração, além disso a execução da manta não está adequada	Refazer a manta, refazer a argamassa de revestimento e a proteção mecânica	6	6	3	108	3

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
M		Desgaste da proteção mecânica por conta da água proveniente do tubo extravasor e manta mal executada	Degradação da camada de proteção mecânica	Má acabamento da manta	Refazer manta, proteção mecânica e readequar o tubo extravasor	6	6	3	108	3
N		Desgaste da proteção mecânica e formação vegetal entre a manta e o substrato	Degradação da camada de proteção mecânica e ataque biológico	Má aderência da argamassa e crescimento vegetal entre a manta e substrato por conta de infiltração	Refazer a manta e a proteção mecânica	3	3	3	27	5

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
O		Desgaste da proteção mecânica e formação vegetal na tubulação	Degradação da camada de proteção mecânica e ataque biológico	Má aderência da argamassa e crescimento vegetal na tubulação impedindo a passagem de água	Limpeza da tubulação, refazer a manta e a proteção mecânica	3	3	3	27	5
P		Desgaste da cobertura de policarbonato, além de ter soltado a placa lateral	Degradação por ressecamento do material	O material está degradando por conta da exposição ao sol, além disso está com a placa lateral solta	Refazer cobertura com outro material mais resistente ou realizar a troca do policarbonato	6	6	3	108	3

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
Q		Desgaste da cobertura de policarbonato e cobertura danificada	Degradação por ressecamento do material	O material está degradando por conta da exposição ao sol, além disso quebrou devido a fragilidade do estado atual	Refazer cobertura com outro material mais resistente	6	6	3	108	3
R		Desgaste da cobertura de policarbonato e cobertura danificada	Degradação por ressecamento do material	O material está degradando por conta da exposição ao sol, além disso trincou devido a fragilidade do estado atual	Refazer cobertura com outro material mais resistente	6	6	3	108	3

(conclusão)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
S		Degradação da película de alumínio	Degradação da manta e infiltração	Má aplicação da manta gerando infiltração	Retirar e refazer a manta	8	6	6	188	1
T		Degradação da película de alumínio	Degradação da camada de proteção mecânica e descolamento da manta	Má aplicação da manta	Retirar e refazer a manta	6	6	3	108	3

Fonte: A Autora, 2024

Tabela 10: Problemas detectados na Seção 2

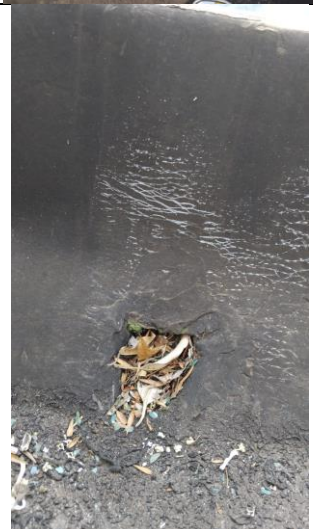
(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
U		Desgaste da proteção mecânica e formação vegetal na tubulação	Degradação da camada de proteção mecânica e ataque biológico	Má aderência da argamassa e crescimento vegetal na tubulação impedindo a passagem de água	Limpeza da tubulação, refazer a manta e a proteção mecânica	3	3	3	27	5
V		Desgaste da proteção mecânica e descolamento da manta	Degradação da camada de proteção mecânica e descolamento da manta	Má aderência da argamassa	Refazer a manta e a proteção mecânica	6	6	3	108	3

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
W		Desgaste da proteção mecânica e descolamento da manta	Degradação da camada de proteção mecânica e descolamento da manta	Má aderência da argamassa	Refazer a manta e a proteção mecânica	6	6	3	108	3
X		Desgaste da proteção mecânica e formação vegetal na tubulação	Degradação da camada de proteção mecânica e ataque biológico	Má aderência da argamassa e crescimento vegetal na tubulação impedindo a passagem de água	Limpeza da tubulação, refazer a manta e a proteção mecânica	3	3	6	54	4

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
Y		Remendo mal executado	Remendo realizado incorretamente	Remendo entre mantas incorretamente aplicado	Retirar e refazer a manta	6	3	6	108	3
Z		Obstrução da tubulação por sujeira e proteção mecânica danificada	Degradação da camada de proteção mecânica e obstrução da rede pluvial	A falta de limpeza na cobertura fez com que obstruísse as tubulações de drenagem	Limpeza da tubulação e refazer a proteção mecânica	6	6	3	108	3

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AA		Erosão da manta pela água proveniente do tubo extravasor e manta má executada	Degradação da camada de proteção mecânica	Má aderência da argamassa	Refazer a manta, refazer a proteção mecânica e readequar o tubo extravasor	6	6	3	108	3
AB		Desagregação da argamassa de revestimento, manta má executada	Degradação da camada de proteção mecânica, deslocamento da argamassa de revestimento e infiltração	Má aderência da argamassa	Refazer a manta, refazer a argamassa de revestimento e a proteção mecânica	3	3	6	54	4

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AC		Desagregação da argamassa proteção mecânica, manta má executada e tubulação elétrica mal acabada	Degradação da camada de proteção mecânica	Má aderência da argamassa	Refazer a manta, refazer a proteção mecânica e melhorar a compatibilização dos projetos	6	6	3	108	3
AD		Desagregação da argamassa de proteção mecânica, manta má executada e tubulação elétrica sem acabamento	Degradação da camada de proteção mecânica	Má aderência da argamassa e falta de compatibilização ou uso inadequado da edificação	Refazer a manta, refazer a proteção mecânica e melhorar a compatibilização dos projetos	6	6	3	108	3

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AE		Formação de bolhas entre manta e substrato	Degradação da camada de proteção mecânica e infiltração	Má aderência da argamassa e acúmulo de água entre manta e substrato	Retirar e refazer a manta	8	6	6	288	1
AF		Descolamento da manta	Descolamento da manta	Má aderência da manta	Retirar e refazer a manta	6	6	3	108	3

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AG		Descolamento da manta	Degradação da camada de proteção mecânica e descolamento da manta	Má aderência da argamassa	Retirar e refazer a manta	6	6	3	108	3
AH		Desagregação da argamassa proteção mecânica, manta má executada e o tubo extravasor está mal acabada	Degradação da camada de proteção mecânica	A desagregação da proteção mecânica ocorreu pelas intempéries, além disso a execução da manta não está adequada	Refazer a manta, refazer a proteção mecânica e melhorar a compatibilização dos projetos	6	6	3	108	3

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AI		Desgaste da proteção mecânica e formação vegetal na abaixo da tubulação	Degradação da camada de proteção mecânica e ataque biológico	Má aderência da argamassa e crescimento vegetal pressionando a tubulação	Retirada da planta, refazer a manta e a proteção mecânica	3	3	6	54	4

Fonte: A Autora,2024.

Tabela 11: Problemas detectados na Seção 3

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AJ		Proliferação de musgo na cobertura de policarbonato e ressecamento da mesma	Ataque biológico e ressecamento da cobertura	Devido as aberturas causadas por ressecamento, ocorreu o acúmulo de umidade, permitindo a proliferação vegetal	Refazer a cobertura com um material mais resistente	6	6	3	108	3
AK		Fissuras na camada de proteção térmica	Fissura por dilatação térmica e infiltração	Fissuras ocorrendo por conta da dilatação térmica	Refazer a camada de proteção mecânica	6	6	6	216	2

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AL		Fissuras na camada de proteção térmica	Fissura por dilatação térmica e infiltração	Fissuras ocorrendo por conta da dilatação térmica	Refazer proteção térmica	6	6	6	216	2
AM		Desagregação da argamassa de revestimento e infiltração	Desplacament o da argamassa de revestimento e infiltração	Má aderência da argamassa	Refazer a argamassa de revestimento	3	3	6	54	4

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AN		Desagregação da argamassa de revestimento e tubulações mal acabadas	Desplacamento da argamassa de revestimento, fissuras por dilatação térmica e infiltração	Argamassa de revestimento deslocou por conta da dilatação térmica	Refazer a argamassa de revestimento	6	6	3	108	3
AO		Desagregação da argamassa, manta má executada e a tubulação está mal acabada	Desagregação da argamassa de revestimento	A desagregação da argamassa de revestimento por conta da dilatação térmica, além disso a execução da manta não está adequada	Refazer a argamassa de revestimento e melhorar a compatibilização dos projetos	6	6	3	108	3

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AP		Argamassa fissurada	Fissuração	Devido a direção das fissuras pode constatar que são originadas da dilatação térmica	Refazer a argamassa de revestimento e reforçar com malha metálica	6	6	6	216	2
AQ		Desagregação da argamassa e o tubulação está mal acabada	Fissura e infiltração	A desagregação da argamassa de revestimento por conta da dilatação térmica, além disso, por conta das fissuras, está ocorrendo infiltração	Refazer a argamassa de revestimento e melhorar a compatibilização dos projetos	6	6	3	108	3

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AR		Desagregação da argamassa de revestimento e tubulações mal acabadas	Desplacamento da argamassa de revestimento, fissuras por dilatação térmica e infiltração	Argamassa de revestimento deslocou por conta da dilatação térmica	Refazer a argamassa de revestimento	6	6	3	108	3
AS		Fissuras na camada de proteção térmica	Fissura por dilatação térmica e infiltração	Fissuras ocorrendo por conta da dilatação térmica	Refazer a camada de proteção mecânica	6	6	6	216	2

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AT		Fissuras na argamassa de revestimento	Fissuras e infiltração	Fissuras ocorrendo por conta da dilatação térmica, permitindo também a infiltração	Refazer a argamassa de revestimento com malha	6	6	6	216	2
AU		Obstrução da tubulação por sujeira e proteção mecânica danificada	Degradação da camada de proteção mecânica e obstrução da rede pluvial	A falta de limpeza na cobertura fez com que obstruísse as tubulações de drenagem e Má aderência da argamassa	Limpeza da tubulação e refazer a proteção mecânica	3	3	6	54	4

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AV		Obstrução da tubulação por argamassa, infiltração e fissuras na alvenaria	Desplacamento da argamassa de revestimento, fissuras por dilatação térmica e infiltração	Tubo extravasor bloqueado por argamassa e o dano causado na argamassa de revestimento está permitindo a infiltração da água da chuva	Limpeza da tubulação e refazer a argamassa de revestimento	3	3	6	54	4
AW		Obstrução da tubulação por sujeira e proteção mecânica danificada	Degradação da camada de proteção mecânica e obstrução da rede pluvial	A falta de limpeza na cobertura fez com que obstruísse as tubulações de drenagem e Má aderência da argamassa	Limpeza da tubulação e refazer a proteção mecânica	6	6	3	108	3

(continua)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AX		Proliferação de musgo na cobertura de policarbonato e ressecamento da mesma	Ataque biológico e ressecamento da cobertura	Devido as aberturas causadas por ressecamento, ocorreu o acúmulo de umidade, permitindo a proliferação vegetal	Refazer a cobertura com um material mais resistente	6	6	3	108	3
AY		Desagregação da argamassa de revestimento e rufo mal acabado	Desplacamento da argamassa de revestimento, fissuras por dilatação térmica e infiltração	Argamassa de revestimento deslocou por conta da dilatação térmica e possibilitou a entrada de água	Refazer a argamassa de revestimento	6	6	3	108	3

(conclusão)

Manifestação patológica	Registro fotográfico	Descrição visual	Manifestações detectadas	Possível causa	Terapêutica adequada	G	U	T	GxUxT	Classificação
AZ		Fissuras na camada de proteção térmica	Fissura por dilatação térmica e infiltração	Fissuras ocorrendo por conta da dilatação térmica	Aplicar selante de trincas	6	6	6	216	2

Fonte: A Autora, 2024.

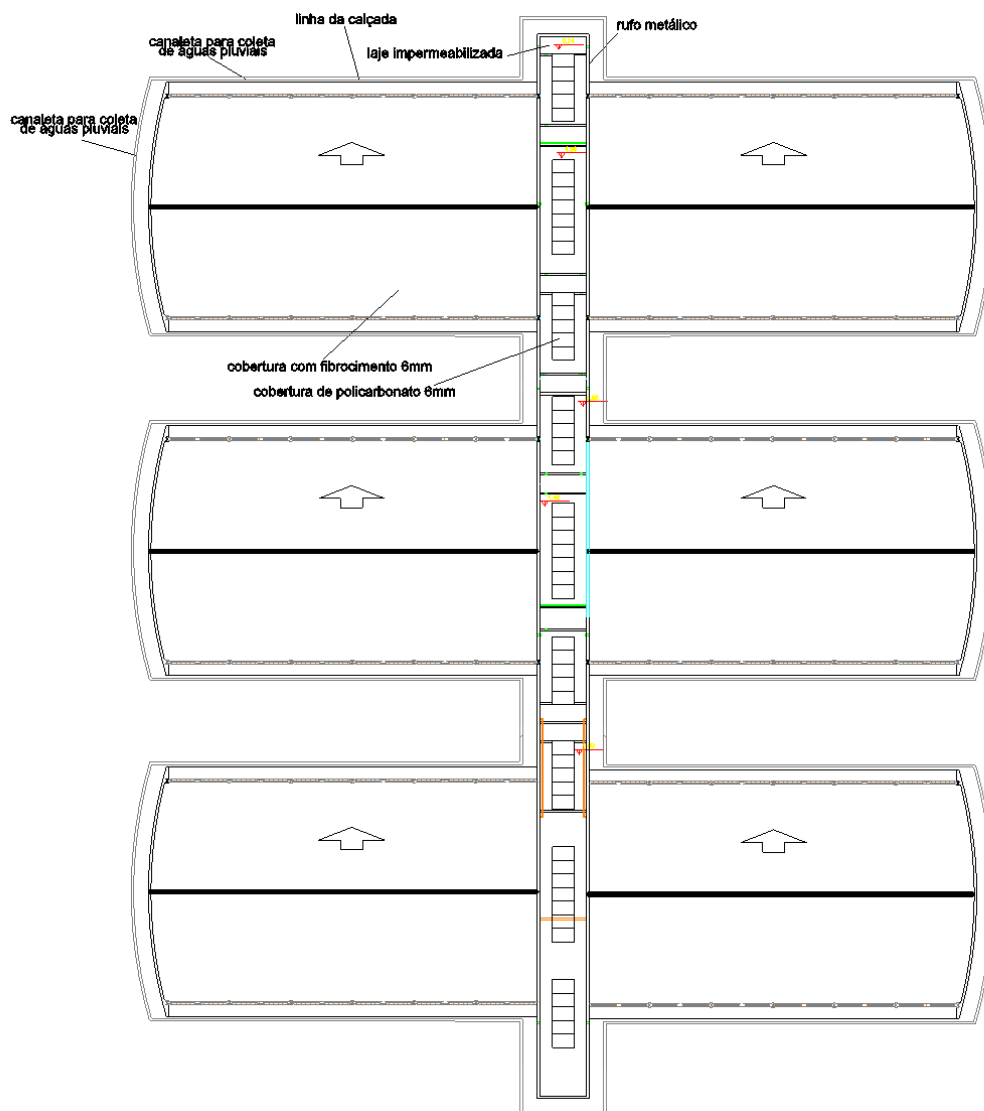
Com base na aplicação da matriz GUT, pode-se concluir que, será solucionado, primeiramente, os problemas que podem refletir em outras manifestações patológicas, como por exemplo, a infiltração de água por debaixo da manta pode resultar nas eflorescências encontradas no teto do corredor principal. Ou seja, primeiro será retirado e reaplicado a manta. Depois será refeita a argamassa de proteção e será substituída a cobertura de policarbonato, a fim de evitar futuros problemas de infiltração pelas trincas encontradas. Por último, serão realizados as limpezas necessárias e reparos na argamassa dos oitões.

É importante ressaltar que, muitas das manifestações patológicas tiveram pontuações iguais por se tratar do mesmo problema, portanto, deveriam ser corrigidos concomitantemente. Muitos deles não apresentam consequências a curto prazo, porém no decorrer dos anos podem se tornar problemas maiores.

Finalizado o mapeamento e a priorização pela matriz GUT, foi realizado o projeto de manutenção da cobertura. Para a cobertura de polycarbonato, foi escolhido manter o mesmo material, porém, para que não volte a ficar no estado que está, deve ser feito um plano de manutenção adequado.

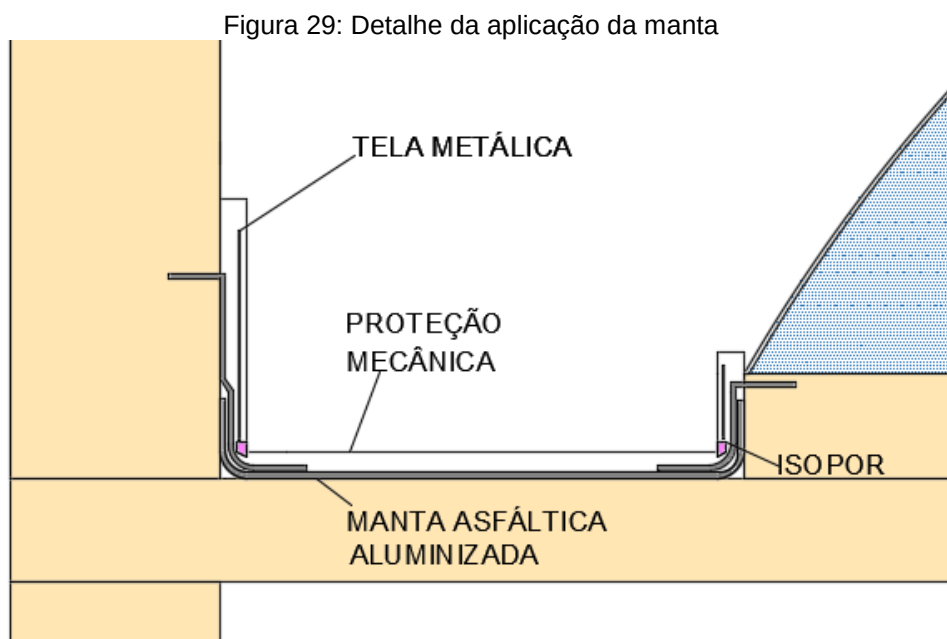
Com o acesso aos projetos da Central de Salas, foi possível desenvolver o projeto de substituição, visto que, não houve alterações de medidas. O projeto de forma mais detalhada pode ser visto no APENDICE 1, onde consta a planta de cobertura, e no APÊNDICE 2, que apresenta os cortes e elevações. Na Figura 28, podemos observar a planta de cobertura do bloco, já com alterações nas especificações.

Figura 28: Planta de Cobertura



Fonte: A Autora, 2024.

A cobertura central conta com diversos desníveis que devem ter uma atenção especial, pois para que a impermeabilização seja eficiente, a manta asfáltica deve cobrir todo o substrato que estará exposto e deve subir nas paredes laterais, pelo menos 20 centímetros, este detalhe pode ser observado na Figura 29.



Fonte: A Autora, 2024.

Com o intuito de facilitar a visualização dos projetos, foi criado uma pasta no drive com todos esses arquivos. Para acessá-los, basta ler o qrcode presente na Figura 30.

Figura 30: Qrcode da pasta do Drive



Fonte: A Autora, 2024.

5 CONCLUSÕES

O objetivo geral da pesquisa foi realizar a inspeção e diagnóstico das manifestações patológicas da cobertura do Bloco da Central de Salas da Universidade Estadual de Ponta Grossa, propondo, ao fim, um projeto de manutenção para a sua recuperação, os resultados obtidos foram satisfatórios.

Com as vistorias foi possível notar, o quanto os problemas encontrados afetavam a estrutura como um todo, visto que, muitos problemas internos do bloco, estudado por outros acadêmicos, tinham como origem as manifestações encontradas na cobertura. Com o método GUT, chegou na conclusão de que o principal problema na cobertura é a infiltração, pois a partir dela gerou-se outros problemas, como as eflorescências encontradas no interior da edificação. Além disso, se tem diversos pontos onde a manta ou a argamassa de proteção está mal aderida ou danificada, o que intensifica ainda mais os problemas de infiltração. Além disso, com os dados, conseguiu-se propor um projeto de substituição viável, a fim de solucionar o problema da cobertura de polycarbonato.

Conclui-se então que, o estudo realizado conseguiu propor soluções para corrigir as falhas executivas e de manutenção encontradas na cobertura, atingindo o principal objetivo pessoal da pesquisa, que era contribuir com a comunidade acadêmica na melhora dos espaços de estudos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674:** Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:** Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575:** Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747:** Inspeção Predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BALSAMO, A. C. R.; CABRAL, B. V.; SANFELICE, R. C. **Estudo comparativo entre materiais a base de vidro e policarbonato em projetos de superfícies transparentes.** 3 ed. Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação, vol. 4, Uberaba, 2019. P 327-345.

BAUER, R. J. F. **Materiais de construção.** 5. ed, vol 1. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 488 p.

BAUER, R. J. F. **Materiais de construção.** 6. ed, vol 2. Rio de Janeiro: LTC, 2019. P 602-613.

BIÂNGULO, M. DOS S.; MOURA, P. A. S. **Levantamento de patologias ocorridas devido a umidade na engenharia civil.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Faculdade Evangélica de Goianésia, 2021.

BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. **Patologia das Estruturas.** 1 ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2019. Cap 1 e 2. P 8-168.

BRANDÃO, C. M. M.; JESUS, S. R. C. B. P.; CORTIVO, N. D. **Manifestações patológicas e vícios construtivos em sistema de impermeabilização de laje de cobertura.** In: Congresso Internacional na “Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios”, 5, Rio de Janeiro, 2020

BRITO, T. F. **Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método GUT: Estudo de caso em uma instituição pública de ensino**

superior. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

CARMONA FILHO, A.; MAREGA, A. **Retrospectiva da patologia no Brasil: Estudo Estatístico.** In: Trabajos Presentados en la Jornada Español e Potuques sobre Estructuras y Materiales. Madrid, 1988. Anais... Madrid: CEDEX/ICcET, 1988, p. 99-124.

CARMONA. **Carmona Engenharia** . Disponível em: <<https://c-engenharia.squ.com/noticias/201/10/16/carmo-des-projeto-de-imper-em-e-co-1>>. Acesso em: 16 de out. 2024.

CEREGATO, J. A. S. **Engenharia Diagnóstica: Inspeção predial na Central de Salas UEPG.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2022.

COSTA, E. U. da; PINTO, J. R.; MIRANDA, M. L. de. **Procedimento visando a diminuição de manifestações patológicas no sistema de impermeabilização em lajes de cobertura com mantas asfálticas.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Instituto IDD, São Paulo, 2012.

COSTA, G. M. da.; KRIK, N. L. **Inspeção predial de obra pública – Estudo de caso bloco central de salas da Universidade Estadual de Ponta Grossa.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2023.

CRISPIM, I. B. A. **Levantamento e diagnóstico das manifestações patológicas incidentes em edificações públicas: Um estudo de caso da Rede Municipal de Ensino da cidade de Baixo – CE.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2021.

CRUZ, J.; H.; P. **Manifestações patológicas de impermeabilizações com uso de sistema não aderido de mantas asfálticas: avaliação e análise com auxílio de sistema multimídia** . Mestrado, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

DIAS, R. B. N.; SIMONETTI, C.; PACHECO, F.; EHRENBRING, H. Z.; CHRIST, R. **Impermeabilização na cobertura do hospital de ensino odontológico da UFRGS: Estudo de caso.** In: Congresso Brasileiro de Patologia das Construções, Gramado, 2022.

ESTEVES, J. C. **Planejamento e gestão do ambiente construído em universidades públicas.** (Dissertação) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

ESTEVEES, João Carlos Viana; SANTOS, Bruno Alves dos; SALOMÃO, Pedro Emílio Amador. Técnicas de impermeabilização rígidas e elásticas, 2020. Disponível em: <https://repositorio.alfaunipac.com.br/publicacoes/2020/551_tecnicas_de_impermeabilizacao_rigidas_e_elasticas.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024.

FERREIRA, F. M. C. **Modelo para gestão de manutenção predial em Universidades Públicas**. (Tese) Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

FIBERSALS. Impermeabilização com emulsão asfáltica. Blog Fibersals, [local], 19 maio 2023. Disponível em: <<https://fibersals.com.br/blog/impermeabilizacao-com-emulsao-asfaltica/>>. Acesso em: jun. 2024.

FIBERSALS. Impermeabilização a quente. Blog Fibersals, 26 jul. 2019. Disponível em: <<https://fibersals.com.br/blog/impermeabilizacao-a-quente/>>. Acesso em: 15 jun. 2024.

FUI UEPG. Campus Uvaranas. Disponível em: <<https://fui.uepg.br/uvaranas>>. Acessado em: 09 abril 2024.

GENTIL, V. Corrosão. 4º ed. Editora LTC. Rio de Janeiro, 2003.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. 1 ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009. Apostila.

GODOI, E.; L.; de. **Influencia do roleteamento aquecido auxiliado por radiação infravermelha na qualidade superficial de uma liga aeronáutica incobel718**. Pós-Graduação, Faculdade de Engenharia Bauru, Natal, 2016.

GOMIDE, T. L. F; GULLO, M. A; FAGUNDES NETO, J. C. P; FLORA, S. M. D. **Inspeção predial total**. 3ª ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2020.

GUICKERT, G.; SCHONS, A. N. **Manifestações Patológicas: Estudo de caso em um prédio público localizado em Balneário Camboriú/SC**. In: Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação das Construções, 17, 2021, Fortaleza.

HELENE, P. R. L. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. 2. ed - São Paulo: PINI, 1992.

HELENE, P. **A nova NB 1/2003 (NBR 6118) e a vida útil das estruturas de concreto**. São Paulo: IBRACON, 2003.

ISOCORB. Impermeabilização por membrana acrílica. Blog Isocorb. Disponível em: <<https://isocorb.com.br/impermeabilizacao-por-membrana-acrilica/>>. Acesso em: 15 junl. 2024.

JUNIOR, E. G. T. Manutenção Predial: Planejamento e redução de custos. 1 ed. Revista Obras Civis, vol. 9, Rio de Janeiro, 2020. P 34-37.

LIMA, N. M. L. **Estudo de caso de uma edificação residencial em cidade litorânea – levantamento das manifestações patológicas**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2015.

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

MACHADO, M. O. **A utilização da termografia para complementar o ensaio de estanqueidade em locais impermeabilizados – Estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas do UniCEUB – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

MAS QUE INGENIERIA. Durabilidad del hormigón. Blog Masque Ingeniería, 14 mar. 2020. Disponível em: <<https://masqueingenieria.com/blog/durabilidad-del-hormigon/>>. Acesso em: 26 maio 2024.

MARTINS, F. S. **Estudo das manifestações patológicas pós-ocupação relacionadas à impermeabilização da cobertura do Centro Pedagógico Paulo Freire – Cidade Universitária Dom Delgado – UFMA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

MARTINS, N.; PESSOA, R.; NASCIMENTO, R. **Priorização na resolução de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado: Método GUT**. 3 ed. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, vol. 2, Paraíba, 2017.

MELLO, L. S. L. **Impermeabilização – Materiais, procedimentos e desempenho**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil), Universidade Anhembi Morumbi, 2005.

MONJARDIM, L. F. L. **A importância da manutenção para a conservação do bom desempenho das edificações ao longo de sua vida útil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas do UniCEUB – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

MORAES, V. J. de. **Gestão da manutenção em prédios públicos: Estudo de caso na Universidade Federal de Ouro Preto**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

MORAIS, G. A. T. de; JUNIOR, A. C. L. Gestão da manutenção em instituição pública. In: Conferência sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 6, Rio de Janeiro 2018.

MUNDO DA TINTA. **Salitre – eflorescência e criptoflorescência parte 1**. Disponível em: < <https://mundodatinta.wordpress.com/2011/02/06/salitre-eflorescencias-e-criptoflorescencias-parte1/>> Acesso em: 12 out. 2024.

NETO, P. G. de A. **A Manutenção Predial nas Edificações Públicas, um Estudo sobre a Legislação**. Mestrado (Engenharia de Edificações e Ambiental), Universidade Federal de Mato Grosso – Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Cuiabá, 2015.

NOVAIS, Dulcelene Gamarano. **Diagnóstico de patologias e análises de manutenção como meio de conservação do edifício público - estudo de caso da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto**. Monografia (Arquiteta Urbanista), Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2021.

OBRAMAX. **O que é lixiviação do concreto e como tratar**. Disponível em:< <https://blog.obramax.com.br/construcao-civil/o-que-e-lixiviacao-do-concreto/>> Acesso em: 13 out. 2024.

OCANGA. Sanca. Disponível em: < <http://ocanga.com.br/case/sanca/>>. Acesso em: 26 maio 2024.

OLIVARI, G. **Patologias em edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2013.

OLIVEIRA, M. V. T. de. **Avaliação das causas e consequências das patologias dos sistemas impermeabilizantes – Um estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Guaratinguetá, 2015.

PAIXÃO, R. C.; CASTRO, A. P. A. S. **Avaliação Do Desempenho Térmico De Coberturas De Policarbonato E Acrílico: Estudo De Caso No Campus Da Unimep Em Santa Bárbara Doeste**. In: 19 Congresso de Iniciação Científica, p. 1–7. 2011.

PELACANI, V. L. **Cadernos do CREA-PR: Responsabilidade na Construção Civil**. 7 ed. Curitiba: CREA-PR, 2010.

PEREIRA, F. dos S. **Impermeabilização de lajes de cobertura com manta asfáltica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Centro Universitário do Norte - UNINORTE. Manaus, 2018.

PINA, G. L. de. **Patologia nas habitações populares**. 2013. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Construção Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

PINHEIRO, I. **Os 8 principais sistemas de impermeabilização**. Fortaleza, : Inova Civil, 2019. Disponível em: < <https://www.inovacivil.com.br/os-principais-sistemas-deimpermeabilizacao/> > Acesso em: 15 jun. 2024.

POSSAN, E. **Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil em estruturas de concreto em ambiente urbano**. (Tese) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010.

PROPLAN. **Planejamento físico**. Disponível em: < <https://www2.uepg.br/proplan/planejamento-fisico/gestao-de-espaco/> >. Acesso em: 10 out. 2024.

QUERUZ, F. **Contribuição para a identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RIBEIRO, P. H. L. C.; FERREIRA, P. R. R.; BARBOSA, N. P. **Realcalinização de concretos carbonatados – influência de características do material**. In: Congresso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras, 6, Córdoba, 2010.

RIFFEL, C. F.; ZARDO, C. R.; CAMARGO, A.; BARBISAN, A. O. **Estudo de viabilidade técnica e custos para execução de coberturas com telhas metálicas termoisolantes, fibrocimento e policarbonato**. In: UCEFF, 1, 2018, Chapecó. Anais [...] Chapecó, 2018

RIGHI, Geovane Venturini. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SANTOS, M. S. da C.; NUNES, A. C. .; NASCIMENTO, C. F. G.; SILVA, C. S. da.; SILVA, T. M.; MONTEIRO, E. C. B. **Método GUT para priorização na resolução das manifestações patológicas em edifícios residenciais na orla de Boa Viagem** In: Simpósio Paranaense de Patologia das Construções, 4, Curitiba: SPPC, 2019. P. 420-428.

SAYEGH, S. **Cimentos e polímeros contra a umidade**. Técnica, nº 56, São Paulo, 2001,. P. 42-44.

SCHARDONG, G. K.; PAGNUSSAT, D. T. **Avaliação de manifestações patológicas em edificações escolares públicas**. In: Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas, 7, Fortaleza, 2011.

SIKA. Sika Brasil. Disponível em: <<https://bra.sika.com/>>. Acesso em: 15 jul. 2024.

SILVA, C. M. da; JUNIOR, T. L. e S.; HOLANDA, E. P. T. **Sistemas de impermeabilização na construção civil: Caracterização, importância e métodos de execução**. 2 ed. Cadernos de Graduação, vol. 5, 2019. P 315-328.

SOUSA, F. R. de; SANTOS, P. R. A. dos R.; SILVA, V. F. S. da; FREITAS, W. A. **Estudo das principais patologias encontradas na construção civil**. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 7, 2021, Brasília. Anais [...] Brasília: CONFEA, 2021.

SOUZA, M. A. C. **Patologias construtivas: Levantamento e análise de manifestações em obras**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Unievangélica, Anápolis, 2008.

SOUZA, M. F. de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Monografia (Especialização). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

SOUZA, M. M. de. **Principais patologias estruturais e atuais metodologias de controle na construção civil**. 1 ed. Inter- American Journal of Development and Research, vol. 2, Ji-Paraná, 2019. P 57-73.

SUPLICY, G. F. DA S. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construções Cíveis: Excelência Construtiva e Anomalias) – Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2012.

TARTUCE, T. J. A. **Métodos de pesquisa**. Fortaleza: UNICE – Ensino Superior, 2006. Apostila.

THOMAZ, E. **Fissuras em edifícios: Causas, prevenção e recuperação**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2020.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: Causas, Prevenção e Recuperação**. 1ª ed. São Paulo: IPT/EPUSP Pini. 1989.

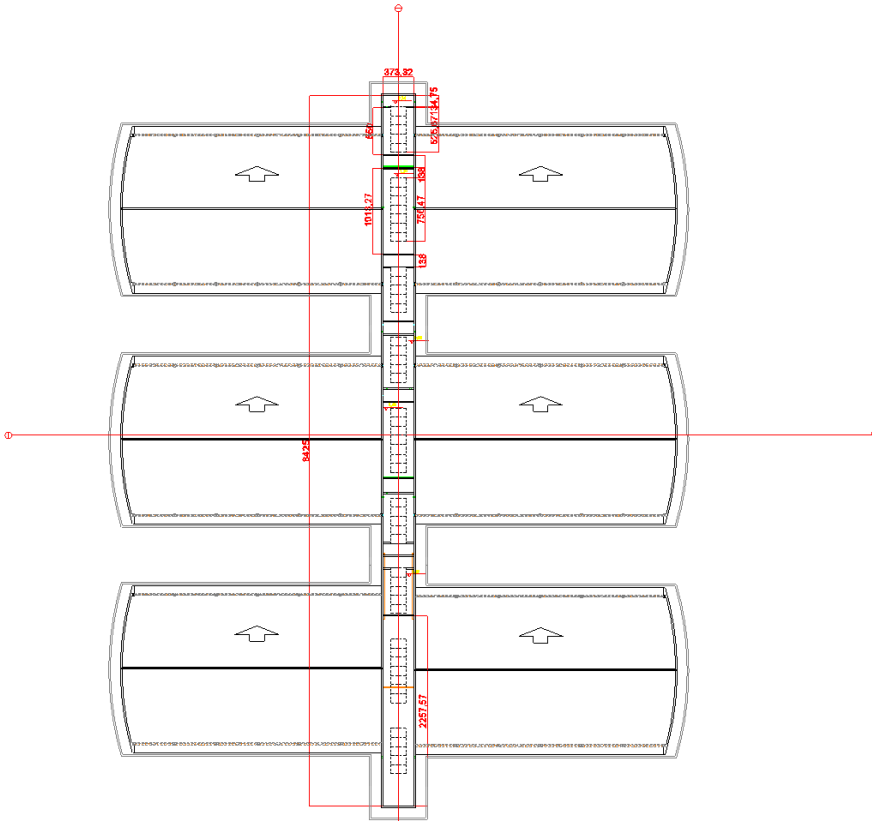
VEDACIT. **Manual técnico de impermeabilização de estruturas**. 4º Edição. Disponível em: <<http://www.vedacit.com.br>>. Acesso em: 10 de maio de 2013.

VIEIRA, C.; JUNIOR, C. F. M.; FLORIAN, F. **Sistemas de impermeabilização**. Artigo. Universidade de Araraquara, Araraquara, 2022.

VIEIRA, F. de S. **Estudo de Avaliação financeira para reforma de uma edificação residencial em Ilicínea – MG com incidência de infiltração em paredes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, Varginha, 2018.

VITÓRIO, J. A. P. **Vistorias, Conservação e Gestão de Pontes e Viadutos de Concreto**. In: Congresso Brasileiro do Concreto, 48, 2006, Brasília. Anais [...] Rio de Janeiro: CBC, 2006.

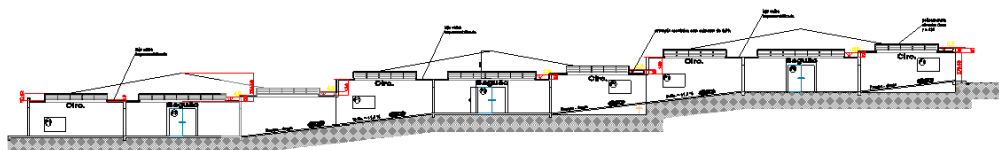
APENDICE
APENDICE 1



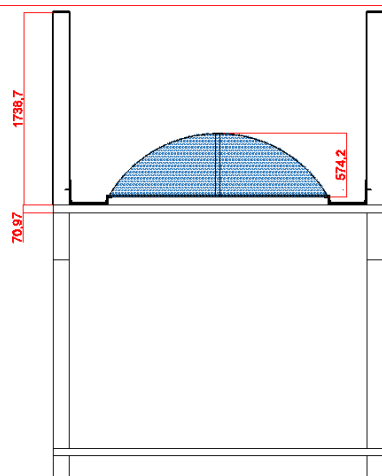
1 PLANTA DE COBERTURA
1:60

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO			
FACULDADE DE ENGENHARIA - FEN			
CENTRAL DE SALAS			
INFORMÁTICA - INFORMÁTICA			
Módulo V (Criação de Salas de Aula)			
NOME DO ALUNO			1
NOME DO TUTOR			5

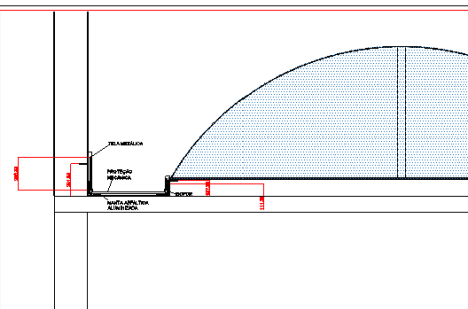
APÊNDICE 2



2 CORTE LONGITUDINAL
1:8



3 CORTE TRANSVERSAL
1:8



4 DETALHE MANTA
1:8

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO INSTITUTO PARANÁ PROJETO DE ARQUITETURA – 00-0023-0-0001-0034-0001-0001-0001-0001 CENTRAL DE SALAS			PROJETO DE 2
PROJETO DE ARQUITETURA – 00-0023-0-0001-0034-0001-0001-0001-0001 MARAVILHOSA SALAS – 00-0023-0-0001-0034-0001-0001-0001-0001			
UNIVERSO MAPA – 00-0023-0-0001-0034-0001-0001-0001-0001	DA 00-0023-0-0001-0034-0001-0001-0001-0001	00-0023-0-0001-0034-0001-0001-0001-0001	