

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GABRIEL DE FREITAS MENDONÇA JÚNIOR

**ESTUDO DE CASO: AUSÊNCIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM UMA
LAJE EXPOSTA E POSSÍVEIS SOLUÇÕES**

CAMPO MOURÃO

2019

GABRIEL DE FREITAS MENDONÇA JÚNIOR

**ESTUDO DE CASO: AUSÊNCIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM UMA
LAJE EXPOSTA E POSSÍVEIS SOLUÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Prof. Me. Roberto Widerski.

CAMPO MOURÃO

2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

**ESTUDO DE CASO: AUSÊNCIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM UMA LAJE EXPOSTA E
POSSÍVEIS SOLUÇÕES.**

por

Gabriel de Freitas Mendonça Júnior

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 10h20min do dia 04 de Julho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dra. Paula Cristina de Souza

(UTFPR)

Prof. Me. Luiz Becher

(UTFPR)

Eng. Sabrina Aguiar da Silva

(UTFPR)

Coorientadora

Prof. Me. Roberto Widerski

(UTFPR)

Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil: **Prof. Dr^a. Paula Cristina de Souza**

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedico este trabalho à minha família, em especial ao meu pai e à minha mãe por estarem ao meu lado e acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me conceder o dom da vida, força, coragem e persistência para conseguir concluir mais esta conquista, dentre muitas que com certeza virão por meio de sua intervenção.

Agradeço também aos meus pais Gabriel de Freitas Mendonça e Kesia Fernandes Mendonça, por todos os sacrifícios já feitos e por não medirem esforços para que eu e minha irmã consigamos obter renomadas formações acadêmicas, dedicando recursos financeiros e por disponibilizando grande apoio emocional. Obrigado meus queridos pais, por serem meu porto seguro e meus grandes exemplos de amor, perseverança e fé durante todos esses anos. Um muito obrigado também a minha querida irmã Larissa Fernandes Mendonça, por ser um grande exemplo, acreditar em mim e sempre me apoiar.

Aos meus amigos, Sabrina Aguiar da Silva, Mateus Girardo da Rocha e à minha querida prima e amiga Bianca Mendonça Rodrigues pela amizade que se fortalece a cada dia, por contribuírem em minha formação pessoal e profissional, me motivando na realização deste sonho. O meu muito obrigado a todos os meus demais amigos, tanto da infância quanto da faculdade, por todos os momentos vividos e por amenizarem os dias difíceis. Não citarei nomes aqui para não cometer injustiças com pessoas especiais e fundamentais no decorrer desta caminhada.

A todos os professores, tanto do ensino médio (Técnico Integrado em Informática da UTFPR) quanto da universidade, que transmitiram todo conhecimento e contribuíram para que eu chegasse até aqui.

À minha orientadora do estágio, Paula Cristina de Souza, por toda instrução tanto no âmbito profissional quanto acadêmico e por todas as oportunidades de aprendizado a mim confiadas.

Ao meu orientador, prof. Dr. Roberto Widorski, por toda sabedoria, conhecimento e dedicação para que este trabalho se tornasse possível e à minha coorientadora Sabrina Aguiar da Silva, por todo auxílio prestado para o desenvolvimento deste estudo.

A todos os que ajudaram a tornar esse sonho uma realidade, muito obrigado!

RESUMO

Mesmo com a globalização e o desenvolvimento tecnológico que envolvem praticamente todas as áreas, ainda existem certos preconceitos ao decidir implantar novas tecnologias para solucionar problemas no ramo da engenharia civil, tais como a utilização de asfaltos permeáveis para amenizar ocorrências de inundação, sistemas impermeabilizantes para proteger estruturas, sistemas de energia solar em residências para gerar economia de energia elétrica, dentre outras. Sendo assim, torna-se necessário apresentar os benefícios e explicar como essas novas tecnologias podem ser muito mais benéficas comparadas às soluções rotineiras. Portanto, para tornar evidente a importância da tecnologia denominada sistema impermeabilizante aplicado a sistemas estruturais, no presente estudo é apresentado um estudo de caso específico de patologias existentes principalmente devido à falta de proteção (impermeabilização) de uma laje exposta ao intemperismo, como à chuva, mudança de temperatura, vento, etc. Além disto, são apresentadas algumas características observadas nesta laje por meio de visita técnica e as vantagens e desvantagens de duas medidas de solução distintas para proteger a laje dos agentes intempéries acima descritos: Impermeabilização flexível e Cobertura. É de grande importância apresentar os tipos de soluções que podem ser implantados, de modo a estimar qual delas apresentará a melhor relação entre custo e benefício aos usuários, já que os mesmos são comumente e naturalmente leigos em relação a este tipo de estudo.

Palavras-chave: Impermeabilização, Laje, Área de lazer, Patologia, Cobertura.

ABSTRACT

Even with globalization and technological development involving practically all areas, there are still some biases in deciding to deploy new technologies to solve problems in the field of civil engineering, such as the use of permeable asphalts to alleviate flood occurrences, waterproofing systems to protect structures, solar energy systems in homes to generate electricity, among others. Therefore, it is necessary to present the benefits and explain how these new technologies can be much more beneficial compared to the common solutions. Thus, in order to make evident the importance of the technology called waterproofing system applied to structural systems, in the present study a specific case study of existing pathologies is presented mainly due to the lack of protection (waterproofing) of a slab exposed to weathering, such as rain, temperature change, wind, etc. In addition, some characteristics observed in this slab are shown through a technical visit and the advantages and disadvantages of two different solution measures to protect the slab of weather agents described above: Flexible waterproofing and Coverage. It is of great importance to present the types of solutions that can be deployed, in order to estimate which of them will present the best relation between cost and benefit to users, since they are commonly and naturally laymen in relation to this type of study.

Keywords: Waterproofing, Paving slab, Recreation area, Pathology, Roof.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Atuação dos Fluidos em uma Edificação.	18
Figura 2 - Representação da Umidade Ascendente.	20
Figura 3 - Representação da Umidade por Condensação.	21
Figura 4 - Representação da Água por Pressão Bilateral.	22
Figura 5 - Representação: Camadas de Berço e Amortecedora.	26
Figura 6 - Falha construtiva: Coletor sem impermeabilização.	28
Figura 7 - Peitoril com avanço (a), Peitoril sem avanço (b).	30
Figura 8 - Localização do edifício em estudo.	35
Figura 9 - Fluxograma.	36
Figura 10 - Primeiro tipo de revestimento implantado na área de lazer.	40
Figura 11 - Croqui: Partes que constituem a área de lazer.	42
Figura 12 - Corte Simplificado - Áreas de interesse.	43
Figura 13 - Corte Simplificado - Áreas de interesse.	44
Figura 14 - Laje (a - parte frontal): Área de Lazer.	44
Figura 15 - Laje (a - parte frontal): Área de Lazer.	45
Figura 16 - Laje (b – lateral direita): Área de Lazer.	45
Figura 17 - Laje (b – lateral direita): Área de Lazer.	46
Figura 18 - Laje (c - fundo): Área de Lazer.	46
Figura 19 - Laje (c - fundo): Área de Lazer.	47
Figura 20 - Laje (d - lateral esquerda): Área de Lazer.	47
Figura 21 - Laje (d - lateral esquerda): Área de Lazer.	48
Figura 22 – Patologias na parte inferior da Laje (Garagem).	48
Figura 23 - Aplicação da borracha líquida como sistema de impermeabilização.	49
Figura 24 - Exemplos de cobertura metálica e em madeira.	50
Figura 25 – Croqui com cotas: Partes que constituem a área de lazer.	51
Figura 26 - Exemplo de caimentos em laje com 1 coletor.	53
Figura 27 - Medidas para implantação da cobertura.	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Área total a ser impermeabilizada.....	52
Quadro 2 - Comparativo: Impermeabilização X Cobertura.....	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 COMO A ÁGUA ATUA NAS EDIFICAÇÕES	17
3.1.1 Umidade de Infiltração	18
3.1.2 Umidade Ascendente	19
3.1.3 Umidade por Condensação	20
3.1.4 Água por Pressão	21
3.1.5 Umidade de Obra	22
3.2 ASPECTOS DA IMPERMEABILIZAÇÃO	22
3.2.1 Sistemas Impermeabilizantes	23
3.2.1.1 Impermeabilização Rígida	24
3.2.1.2 Impermeabilização Flexível	24
3.2.2 Componentes do Sistema de Impermeabilização	25
3.2.3 Custos com Impermeabilização da Infraestrutura	26
3.3 DETALHES CONSTRUTIVOS	27
3.4 ETAPAS POSTERIORES À IMPERMEABILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO	30
3.4.1 Isolamento Térmico	31
3.4.2 Proteção Mecânica	32
3.5 FORMAÇÃO DE MÃO DE OBRA E PROJETISTAS	33
3.5.1 Formação de Mão de Obra	33
3.5.2 Formação de Projetistas	34
4 METODOLOGIA	35
4.1 LOCALIZAÇÃO DO EDIFÍCIO EM ESTUDO	35
4.2 FLUXOGRAMA	36
4.2.1 Contato Pessoal com a Responsável Técnica	36
4.2.2 Elaboração da Pauta da Entrevista	37
4.2.3 Realização da Entrevista	37
4.2.4 Visita Técnica	38
4.2.5 Registro Fotográfico das Patologias	38
5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	39

	11
5.1 Dados Obtidos por meio de Entrevista.....	39
5.1.1 Revestimentos Anteriores	39
5.1.2 Processos de Reparo já Realizados no Edifício	40
5.2 Visita Técnica	41
5.2.1 Registros Fotográficos	42
5.2.1.1 Laje Exposta (Área de Lazer)	42
5.2.1.2 Pavimento Inferior (Garagem).....	48
5.3 MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO EM ANDAMENTO	49
5.3.1 Impermeabilização	50
5.3.2 Cobertura	55
5.4 ANÁLISE: VANTAGENS E DESVANTAGENS	56
5.4.1 Borracha Líquida X Cobertura	56
6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	58
6.1 CONCLUSÕES	58
6.2 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento tecnológico no ramo da construção civil, novas atividades foram e estão sendo desenvolvidas com o objetivo de aperfeiçoar os processos que a envolvem. Sejam atividades ligadas à definição dos tipos de fundação, da parte estrutural, dos acabamentos, da impermeabilização e de todos os sistemas incorporados à estrutura. Para este desenvolvimento é imprescindível à busca por mão de obra especializada incorporada às empresas de cada um destes ramos.

Estas atividades que se complementam e constituem os serviços ligados ao ramo da construção civil, para serem otimizadas, devem passar por processos de estudo, classificação e, principalmente, determinação do projeto com o maior nível de detalhamento possível, pois a probabilidade de surgimento de imprevistos e a consequente necessidade de refazer etapas construtivas (o que acarreta em prejuízos – material e mão de obra) em uma construção bem planejada é muito menor.

Para o desenvolvimento de um conhecimento técnico qualificado por parte da mão de obra e dos projetistas envolvidos em determinado ramo da construção civil, é necessário realizar a implantação de treinamentos por meio de embasamento e conhecimento teórico aliados com a prática.

A impermeabilização, uma das principais atividades contida no desenvolvimento deste estudo, é uma atividade ramificada da construção civil imprescindível para evitar patologias futuras de infiltração e comprometimento de elementos construtivos. Portanto, é de grande importância estudar todo o processo pertinente à impermeabilização e executar todas as etapas da melhor forma possível, já que falhas nestas etapas podem comprometer a durabilidade e a vida útil da construção. Além disso, a impermeabilização permite uma habitação adequada e protege a obra de patologias que podem surgir com a infiltração da água, que pode causar uma série de problemas, como corrosão de armaduras, degradação do concreto e da argamassa, bolhas na pintura, curtos circuitos, dentre outros.

Ao impermeabilizar os elementos necessários, como elementos da fundação, infraestrutura, áreas molhadas, dentre outros, evita-se o retrabalho devido ao surgimento de umidade que pode comprometer a estabilidade da estrutura da

edificação.

Os sistemas de impermeabilização existentes abordam e englobam as necessidades das particularidades de cada edificação e é o profissional habilitado e responsável pelo projeto de impermeabilização quem deve analisar a estrutura a ser impermeabilizada e realizar a determinação do sistema que deve ser implantado.

Infelizmente, o ramo da impermeabilização no Brasil não é portador de uma vasta mão de obra qualificada. Isto é fatídico devido à escassez de cursos profissionalizantes que qualificam estes profissionais. É devido a isto que contamos, atualmente, com muitos profissionais que adquiriram conhecimento por meio da prática deste tipo de serviço (experiência). No entanto, este tipo de conhecimento, mesmo sendo de grande importância para assimilação de alguns conceitos, gera maior propagação de erro eminente devido à falta de embasamento teórico e científico.

Estudar a viabilidade da implantação dos sistemas impermeabilizantes, de modo a analisar os prejuízos financeiros gerados devido às patologias oriundas da ausência deste tipo de sistema é imprescindível para ressaltar a importância desta etapa construtiva. Neste estudo é possível observar, em forma de estudo de caso, a existência deste tipo de patologia e os principais danos causados por ela.

Portanto, como neste caso a impermeabilização é tratada como uma medida para solucionar problemas de infiltração eminentes na laje de um edifício já construído, também é apresentado outro tipo de medida de proteção aplicada à laje em estudo, que se baseia na construção de uma cobertura (em estrutura metálica ou em madeira). Vale ressaltar que, além da análise das propostas acima descritas, as mesmas serão comparadas quanto à relação custo benefício, já que cada uma destas medidas apresenta vantagens e desvantagens quando aplicadas especificamente a laje em estudo.

Sendo assim, no desenvolvimento deste trabalho, primeiramente são apresentados os objetivos (geral e específicos) da realização deste estudo de caso. A seguir é apresentada a fundamentação teórica de modo a ressaltar e descrever os principais conceitos aliados a este tema. Finalmente é apresentado o modo como este estudo foi desenvolvido (metodologia) e os principais resultados obtidos, além das conclusões geradas. Por meio destes capítulos é apresentado um estudo de caso em

uma laje de concreto armado exposta à ação de agentes de intemperismos e as peculiaridades de dois possíveis métodos de proteção desta laje: Implantação de um sistema impermeabilizante flexível ou de cobertura em estrutura metálica ou em madeira.

2 OBJETIVOS

Nesta seção estão definidos e explanados os objetivos geral e específicos do desenvolvimento deste estudo.

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo de caso em uma laje de concreto armado exposta à ação do intemperismo. Apresentar as peculiaridades possíveis métodos de recuperação, reparo e proteção.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Entrar em contato e realizar uma entrevista com a Engenheira Civil responsável pela elaboração do Laudo Técnico referente à reforma da área de lazer do Edifício Residencial Padre Aloísio Jacob para usufruir de conhecimento técnico e informações referentes ao edifício em estudo;
- Entrevistar o síndico do edifício para obter informações referentes à insatisfação dos proprietários dos apartamentos com os problemas patológicos da laje da área de lazer do prédio e ao entendimento, concordância e aceitação dos mesmos com relação à necessidade de uma obra de reparo na mesma.
- Visitar o local onde se encontra a laje, objeto do referido estudo e registrar, por meio de fotos, a situação em que a mesma se encontra;
- Analisar as possíveis patologias na área em estudo;
- Analisar o pavimento inferior à laje exposta (garagem) e verificar os problemas gerados devido à falta de impermeabilização da laje exposta;
- Fazer um levantamento das patologias por meio da entrevista e da visita ao local em estudo;
- Estudar qual o sistema impermeabilizante mais indicado a ser implantado em lajes expostas e sujeitas à ação de agentes intempéries e sua forma de aplicação.

- Apresentar algumas peculiaridades referentes à implantação de um sistema de cobertura na laje exposta (em estrutura metálica ou em madeira).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

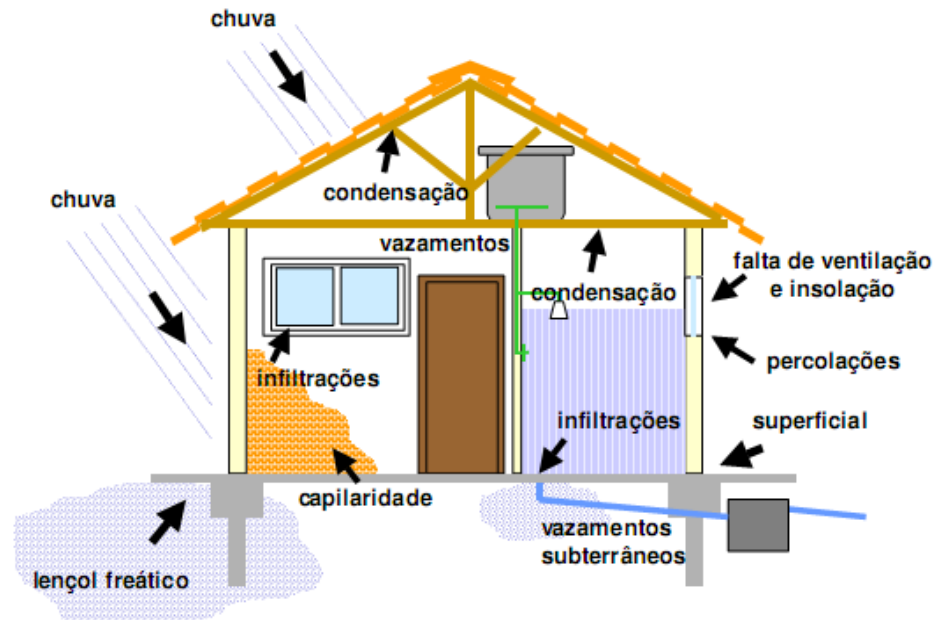
3.1 COMO A ÁGUA ATUA NAS EDIFICAÇÕES

Queruz (2007), explica que a água é um poderoso agente de degradação, seja de forma direta ou servindo de meio para que outros agentes se instalem. Portanto, é considerada um dos maiores geradores de patologias, seja de forma direta ou indireta.

Farias e Evangelista (2017), abordam que, sem a impermeabilização, as grandes incidências de infiltrações e umidade nas alvenarias podem ocasionar uma ligeira degradação nos materiais de construção e condições de insalubridade, além de uma sensação de desconforto ambiental da residência.

Em locais muito úmidos, por exemplo, a conservação das construções torna-se prejudicada devido à ação da água como deteriorante do material por meio de intemperismo físico e químico. Sendo assim, como o efeito da água pode atuar de diversas formas em uma mesma construção, a proteção da construção contra a água é essencial para sua duração e manutenção de uso. Essas diversas formas de atuação da água estão representadas na Figura 01. Por meio deste tipo de conhecimento é possível determinar mais precisamente a escolha do tipo de impermeabilização a ser aplicada, já que uma mesma edificação pode sofrer variados tipos de atuação de fluidos (SOARES, 2014).

Figura 1 - Atuação dos Fluidos em uma Edificação.



Fonte: Soares (2014).

Nas edificações, conforme abordado, a água atua por meio do fator umidade. Para entender a fundo este conceito, apresentaremos a seguir alguns tipos de umidade que podem atuar nas edificações.

3.1.1 Umidade de Infiltração

A umidade de infiltração atravessa áreas externas a caminho de áreas internas por meio de pequenas trincas, por materiais que absorvem umidade do ar ou por falhas entre elementos construtivos. Esta umidade é gerada pela água da chuva e é agravada pela combinação com a intensidade do vento e pelo aumento de pressão de infiltração (RIGHI, 2009).

Soares (2014) complementa ao explicar que as falhas nos pontos de encontro de elementos construtivos, como esquadrias, por exemplo, são os principais ocasionadores deste tipo de umidade.

De acordo com os autores Farias e Evangelista (2017), a infiltração pode ser contida nos estágios iniciais, para que maiores falhas sejam evitadas. Alguns indícios para que haja a identificação desta são, os danos na pintura, rachaduras, manchas,

deslocamento de pisos, deterioração de revestimentos, odores diferentes, poças de água sob pias, entre outros. As rachaduras, comumente, são acompanhadas de danificações na pintura e manchas estufadas. Manchas próximas ao rodapé podem indicar que a umidade do solo está subindo para a residência, áreas com tijolos aparentes também podem sofrer com infiltrações, que provocam manchas devido a não impermeabilização do material.

3.1.2 Umidade Ascendente

Souza (2008), explica que a umidade ascendente é predominante em paredes e pisos, mas que não costumam ultrapassar 0,8 m de altura. Somente em casos mais críticos que a umidade consegue atingir o teto da edificação. Essa umidade é a presença de água que é originada pelo solo, seja pelo aumento de umidade sazonal ou pela presença da umidade permanente de lençóis freáticos superficiais. No entanto, também pode ocorrer devido ao excesso de umidade em pisos de banheiros que não passaram pelo processo correto de impermeabilização na parte inferior da parede.

Soares (2014) define que a ocorrência da umidade ascensional é devido a capilaridade, que é o fluxo de água por pequenos canais na microestrutura dos materiais. Estes canais são inversamente proporcionais ao diâmetro dos vasos capilares e relacionados aos vazios presentes.

Um terceiro autor, Queruz (2007) também afirma que a ascensão da água nas paredes é devido à capilaridade, que permitem que a água suba até entrar em equilíbrio com a força da gravidade, e quanto menor o diâmetro do vaso capilar, maior será a altura que o fenômeno da capilaridade irá atingir.

Os efeitos da umidade ascendente podem ser observados das seguintes maneiras:

- Paredes: Os efeitos ocorrem geralmente a partir do piso, apresentando bolhas, manchas e eflorescências na pintura, seguidos de desagregação do revestimento (emboço, reboco e acabamento).
- Paredes revestidas com cerâmica: A capacidade de ascensão da umidade é potencializada pela presença dos azulejos, já que a área de manifestação da

umidade está confinada por eles. Assim, quando a umidade é muito severa, pode haver destacamento do revestimento cerâmico (Soares, 2014).

Na Figura 02, disponibilizada pelo site do curso de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, é possível notar a representação da umidade ascendente em uma residência unifamiliar.

Figura 2 - Representação da Umidade Ascendente.



Fonte: Andreatta. et. al. (2014).

3.1.3 Umidade por Condensação

Righi (2009), explica que a condensação é ocasionada pela umidade do ar que entra em contato com superfícies com temperatura abaixo da correspondente ao ponto de orvalho. Há a redução de capacidade de absorção de umidade pelo ar quando é resfriado, na interface da parede, precipitando-se. Pode-se afirmar ainda, que os materiais se comportam de formas diferentes, conforme sua composição (densidade) quanto à condensação: os mais densos são mais atacados, enquanto que os de menor densidade sofrem menos.

Já o autor Soares (2014) define este tipo de umidade como a “água com origem na condensação de vapor d’água existente no ambiente sobre a superfície de um elemento construtivo deste ambiente”.

Queruz (2007) complementa ao concluir que a umidade por condensação ocorre de maneira superficial, sem penetrar a grandes profundidades nos elementos.

Na Figura 03 é possível observar a representação da presença da umidade por condensação próxima a uma janela.

Figura 3 - Representação da Umidade por Condensação.



Fonte: Tintas e Pinturas (2017).

3.1.4 Água por Pressão

Soares (2014) aborda que a água por pressão ocorre em estruturas sob o nível de água, reservatórios ou piscinas. A água por pressão pode ocorrer de três distintos tipos: Unilateral Positiva; Unilateral Negativa e Bilateral.

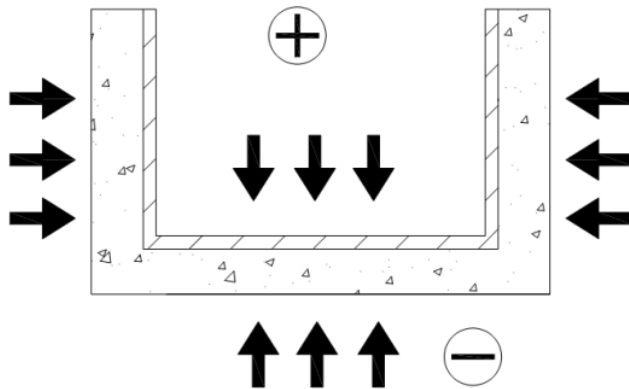
A pressão unilateral positiva ocorre quando a água exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa diretamente à impermeabilização.

Já a pressão unilateral negativa ocorre de maneira semelhante, no entanto ocorre de forma inversa à impermeabilização.

Finalmente, a pressão bilateral compreende os dois tipos de pressão acima definidos: a água exerce pressão tanto diretamente quanto inversamente à impermeabilização.

Na Figura 04 é possível observar a representação da pressão bilateral, em que a água atua tanto diretamente quanto inversamente à impermeabilização.

Figura 4 - Representação da Água por Pressão Bilateral.



Fonte: Soares (2014).

3.1.5 Umidade de Obra

Ao citar Queruz (2007), Righi (2009) define que a umidade de obra é àquela que ficou interna nos materiais durante a execução da obra. Esta umidade acaba por se exteriorizar ao entrar em equilíbrio com o ambiente. Isto ocorre, por exemplo, quando há umidade contida nas argamassas de reboco. Esta umidade é transferida para o interior das alvenarias e é necessário um tempo maior que o da cura do reboco para que haja equilíbrio com o ambiente interno.

3.2 ASPECTOS DA IMPERMEABILIZAÇÃO

Nesta seção serão apresentados os tipos de sistemas impermeabilizantes, os componentes do sistema de impermeabilização e finalmente os custos gerados com a impermeabilização de uma obra.

3.2.1 Sistemas Impermeabilizantes

Righi (2009), explica que os sistemas de impermeabilização servem para proteger as edificações dos problemas de infiltração, eflorescências e vazamentos causados pela água.

Siqueira (2018) aponta que os sistemas de impermeabilização sempre se caracterizaram por serem executados a partir de conhecimentos empíricos e na ausência de projetos específicos, mesmo sendo um dos maiores responsáveis pelas patologias das construções. No entanto, nos últimos anos, este panorama parece estar em mudança, com a criação da ABNT NBR 9575 – Impermeabilização: Seleção e Projeto de Impermeabilização de 2003. Cada vez mais os projetos e detalhamentos de impermeabilização vêm sendo solicitados nas construções.

Cruz (2003) cita as três etapas para promover a impermeabilização em uma obra:

- Primeira Etapa: Preparação da regularização e dos caimentos e cuidados com detalhes construtivos;
- Segunda Etapa: Aplicação do Impermeabilizante;
- Demais Etapas: Isolamento Térmico e Proteção Mecânica, quando especificados.

A Norma NBR 9575/2003 aborda a divisão dos sistemas impermeabilizantes em rígidos e flexíveis. Esta divisão está relacionada às partes construtivas sujeitas ou não a fissuração.

Moraes (2002) classifica os sistemas impermeabilizantes quanto à aderência ao substrato em: Aderido, Semi-Aderido e Flutuante.

O substrato é considerado aderido quando o material impermeabilizante é completamente fixado ao substrato (por fusão ou colagem).

O substrato é semi-aderido quando a aderência é parcial e localizada em alguns pontos, como platibandas e ralos.

Finalmente, o substrato é considerado flutuante quando a impermeabilização não tem nenhuma ligação com o substrato (estruturas de grande deformabilidade).

3.2.1.1 Impermeabilização Rígida

A NBR 9575/2003 define que a impermeabilização rígida é o conjunto de materiais aplicados à partes construtivas que não fissuram. São impermeabilizantes que não trabalham junto com a estrutura e, portanto não englobam áreas expostas a grandes variações de temperatura. A seguir estão citados alguns dos produtos utilizados para a implantação da impermeabilização do tipo rígida:

- Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo;
- Cimentos cristalizantes;
- Cimento impermeabilizante (pega ultra-rápida);
- Argamassa polimérica;

3.2.1.2 Impermeabilização Flexível

Righi (2009) define a impermeabilização flexível como sendo um conjunto de materiais aplicáveis em partes construtivas que podem fissurar. Também podem ser classificadas em dois grupos: Moldadas no Local (membranas) e Pré Fabricadas (mantas).

As membranas podem ser estruturadas ou não. Caso sejam estruturadas, devem ter o tipo de estruturante definido conforme as solicitações dos projetos. Sobre o estruturante devem ser aplicadas mais camadas do produto para atingir a espessura também prevista nos projetos. As membranas são mais vantajosas que as mantas devido ao fato de não possuírem emendas, no entanto exigem rígido controle da espessura (quantidade de produto aplicado por metro quadrado), já que esta é uma falha difícil de ser mensurada.

A seguir são citados alguns dos tipos de membranas utilizadas na impermeabilização flexível:

- Membrana de polímero modificado com cimento;
- Membranas asfálticas;
- Membrana acrílica;

Como também foram apresentados os conceitos da impermeabilização flexível pré fabricada, a seguir estão apresentados alguns dos tipos de mantas utilizadas para este fim:

- Mantas asfálticas;
- Manta de PVC;

3.2.2 Componentes do Sistema de Impermeabilização

O Sistema de Impermeabilização, conforme explica Soares (2014), é composto basicamente pelos seguintes componentes:

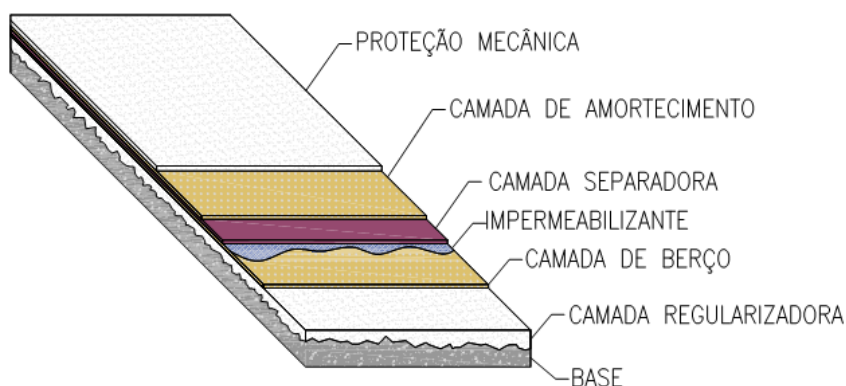
- Base e Camada de Regularização;
- Camada de Berço e Camada Amortecedora;
- Camada Impermeável;
- Proteção Mecânica.

A partir da Base e da Camada de Regularização é possível identificar as características e conseqüentemente o grau de exigência do sistema, tais como o grau de deformabilidade devido às cargas e à movimentação.

A camada de regularização, como o nome já diz, serve para regularizar o substrato que será impermeabilizado. Esta camada deve ser dimensionada de acordo com a base. A superfície a ser impermeabilizada não pode apresentar “protuberâncias” e deve portar resistência e textura compatíveis com o sistema de impermeabilização pré determinado. Além disso, é necessário que esta camada tenha um caimento suficiente para encaminhar os fluidos para os locais devidamente dimensionados, os populares caimentos (SOARES, 2014).

O mesmo autor explica que a camada de berço fica acima da camada de regularização e têm a função de proteger a camada impermeável de agressões que podem ser provenientes do substrato. A camada de berço e a camada amortecedora são usadas em conjunto, sendo que a segunda tem a função de proteger mecanicamente a impermeabilização. Na Figura 05 é possível obter uma melhor visualização destas camadas.

Figura 5 - Representação: Camadas de Berço e Amortecedora.



Fonte: Soares (2014).

A camada impermeável é definida pela NBR 9575 de 2003 como sendo o extrato com função de barrar a passagem de fluidos. Conforme é feita a escolha do sistema impermeabilizante, os materiais que compõem esta barreira variam.

A camada de proteção mecânica é definida, também pela NBR 9575 de 2003 como a camada que tem a função de absorver e dissipar esforços estáticos ou dinâmicos atuantes que atuam na camada impermeável, protegendo-a contra estes esforços. Ainda, a proteção mecânica pode ser classificada em:

- Proteção mecânica intermediária;
- Proteção mecânica para solicitações leves e normais;
- Proteção em superfície vertical.

3.2.3 Custos com Impermeabilização da Infraestrutura

Apolinário (2013) elaborou uma pesquisa por meio de coleta de orçamentos dos custos das construções de edificações residenciais unifamiliares térreas em alvenaria, com área máxima de oitenta metros quadrados. Esta pesquisa foi realizada em vinte cidades do estado de Santa Catarina.

Por meio desta pesquisa, o autor constatou que, em média, 0,44% dos custos totais de uma obra são gastos com impermeabilização em uma residência unifamiliar.

As planilhas de memorial descritivo e os cadernos de especificações técnicas abordam todas as previsões de custos de todas as etapas da construção da edificação residencial, e dentre estes custos estão os gastos com:

- Impermeabilização da Infraestrutura;
- Impermeabilização de Boxe de Banheiro;
- Impermeabilização da Laje da Caixa D'água.

O autor ainda aponta que a impermeabilização da infraestrutura corresponde a 48% dos gastos totais com impermeabilização em uma obra. Ou seja, aplicando esses 48% sobre a média do custo total de impermeabilização em um obra, estima-se que o custo com impermeabilização da infraestrutura equivale a 0,21% do custo total de uma edificação.

Apolinário (2013) também afirma que o custo total com a impermeabilização das fundações equivale a 0,10% dos gastos totais em uma obra. Ou seja, para uma obra com custo total de R\$ 76.148,00 ter a sua infraestrutura em contato com o solo impermeabilizada, R\$ 159,91 seriam gastos. Portanto, observa-se que os gastos com impermeabilização das fundações são relativamente baixos em relação ao custo total da obra, no entanto é uma das etapas mais importantes da obra, porque evita diversos danos, os quais demandam custos bem maiores com reparos (APOLINÁRIO, 2013).

3.3 DETALHES CONSTRUTIVOS

Soares (2014) explica que os detalhes construtivos são os maiores causadores das patologias e problemas com impermeabilização, já que os detalhes construtivos abordam encontros com ralos, juntas, mudanças de planos e passagens de tubulações. Ou seja, é necessário promover a perfeita execução dos detalhes construtivos para garantir total estanqueidade de pontos críticos. São considerados detalhes construtivos:

- Ralo;
- Rodapé;

- Chumbamentos;
- Soleira;
- Pingadeira;
- Juntas de Dilatação.

A NBR 9575 de 2003 aponta que os ralos devem ter diâmetro mínimo de 75 mm para garantir a manutenção dos tubos prevista no projeto hidrossanitário, pois como as mantas adentram aos coletores, o diâmetro nominal destes tubos diminui. Portanto, é recomendável utilizar um ralo de diâmetro maior do que indicado em projeto, já que a impermeabilização por meio de mantas diminui este diâmetro. É claro também, que a execução destas mantas deve ser feita após a execução dos ralos, já que deve ser realizada uma ponte (descida da manta) entre estes dois elementos. Na Figura 06 é possível observar a representação de um ralo com um erro de execução muito comum: a falta de descida da manta no mesmo.

Figura 6 - Falha construtiva: Coletor sem impermeabilização.



Fonte: Soares (2014).

O rodapé pode se tornar um plano de fraqueza para as infiltrações e foco de futuras patologias, como trincas. A NBR 9575 de 2013 aponta que, nos planos verticais deve ser previsto encaixe para embutir a impermeabilização a uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir. Portanto, cria-se uma camada única para coletar os fluidos entre os planos verticais e horizontais e por meio do embutimento no plano vertical, o escoamento da água através da estrutural vertical para debaixo da camada impermeabilizante do plano vertical é evitado (SOARES, 2014).

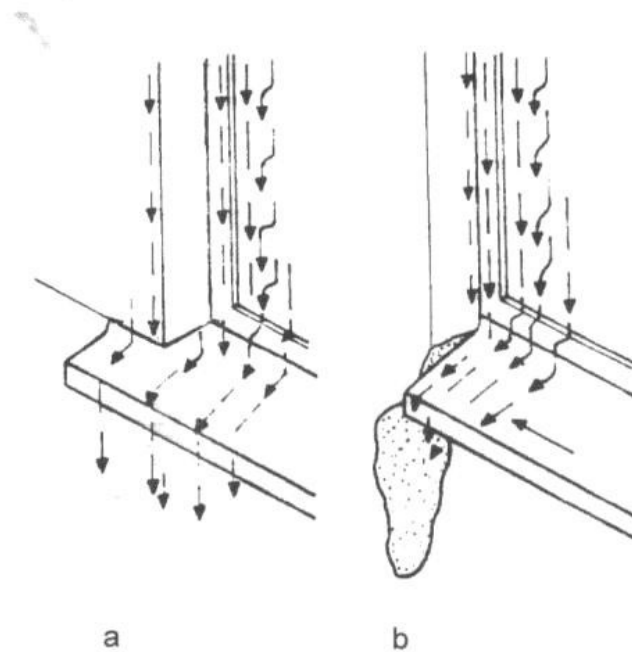
A NBR 9575 de 2013 especifica que os chumbamentos devem ser fixados antes da execução da impermeabilização e permitir o arremate da impermeabilização a uma altura mínima de 20 cm ou a 10 cm acima do nível d'água.

Para Soares (2014), a impermeabilização por meio da implantação de soleiras aborda a preocupação quanto a passagem de água das áreas externas para áreas internas das construções, criando uma barreira que separe as duas áreas. Desta maneira, indica-se que a impermeabilização adentre no mínimo 50 cm na região coberta, elevando-se no mínimo 3 cm, de maneira a evitar danos na parte interior do imóvel. O sentido do caimento também é muito importante, pois não há o direcionamento da água para a área descoberta e, conseqüentemente, não impermeabilizada. Evita-se, desta maneira, a entrada de água no interior da construção.

As pingadeiras são utilizadas para impedir o escoamento de água nas estruturas verticais, evitando a penetração da água no arremate de impermeabilização. Devem ter as seguintes características:

- Inclinação entre 2% e 5%;
- Friso: permite que a água, de fato, pingue. É um corte na parte inferior do peitoril que impede que a água escorra pela parede;
- Avanço Lateral do Peitoril: É feito para que o fluxo da água não danifique as laterais inferiores ao vão. Recomenda-se que este avanço seja de, no mínimo, 25 mm em cada lado. Na Figura 07 é possível observar a representação deste avanço.

Figura 7 - Peitoril com avanço (a), Peitoril sem avanço (b).



Fonte: USP (1995) – Adaptado por Soares (2014).

Finalmente, as juntas de dilatação são a separação entre duas partes de uma estrutura para que ambas as partes se movimentem por meio de retração e/ou contração, sem que esforços sejam transmitidos. A falha ou ausência da vedação das juntas torna este elemento um ponto de possível infiltração. Além disto, as juntas podem ser classificadas como divisores de água, com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento, evitando a concentração de água nessa região (SOARES, 2014).

3.4 ETAPAS POSTERIORES À IMPERMEABILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO

Righi (2009) explica que após a aplicação dos produtos impermeabilizantes, alguns serviços ainda precisam ser executados para proteger a impermeabilização. São: Isolamento Térmico e Proteção Mecânica. Além da realização destes serviços é necessário fazer as seguintes verificações:

- Verificar se a superfície está uniforme e apresenta bom aspecto;
- Verificar o embutimento dos pluviais e as canaletas;

- Conferir o caimento final;
- Fazer a proteção mecânica de transição;
- Fazer os testes finais bem detalhados.

3.4.1 Isolamento Térmico

De acordo com Cunha e Neumann (1979), o isolamento térmico proporciona conforto, pois mantém a temperatura estável nos ambientes, reduzindo o aquecimento no verão e o esfriamento no inverno. Além disso, proporciona economia de energia elétrica, já que permite reduzir o tamanho dos equipamentos de ar condicionado.

Segundo a NBR 9575/2003, o isolamento térmico é a camada que serve para reduzir o gradiente de temperatura atuante sobre a camada impermeável, protegendo-a contra os efeitos danosos do calor excessivo.

Os efeitos de dilatações e contrações sofridos pelas estruturas podem causar fissuras e movimentação nas mesmas. Isto prejudica a impermeabilização da cobertura e ocasiona infiltrações que acabam por deteriorar toda a estrutura.

Siqueira (2018) aponta que, para que a impermeabilização tenha um melhor desempenho, esta deve receber um isolamento térmico adequado. Esse isolamento pode ser colocado de duas maneiras diferentes: Sobre a impermeabilização ou o contrário, com a impermeabilização sobre o isolamento térmico.

Já Araújo (1993) aborda que o processo de isolamento térmico é composto por três principais elementos: o isolante térmico, o sistema de fixação e sustentação mecânica e a proteção exterior.

O autor Cunha (1979) afirma que como meio de minimizar os efeitos das dilatações é necessário isolar termicamente a laje de cobertura, utilizar elementos com o menor comprimento entre juntas de dilatação e não confinar elementos de construção entre perímetros rígidos que não possuam juntas de dilatação. O isolamento térmico da cobertura pode ser disposto sobre a impermeabilização ou o contrário, com a impermeabilização sobre o isolamento térmico.

3.4.2 Proteção Mecânica

A norma NBR 9575/2003 aponta que a proteção mecânica é a camada que serve para absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos atuantes sobre a camada impermeável, protegendo-a contra estes esforços.

Siqueira (2018) ressalta que é importante evitar que a camada de proteção mecânica fique em contato direto com o impermeabilizante. Para isto, deve-se usar uma camada de papel kraft ou filme polietileno.

Cruz (2003), explica que a proteção mecânica pode ser classificada em quatro tipos:

- Sistemas de impermeabilização que dispensam a proteção mecânica: Possuem acabamento superficial incorporado na fabricação. Devem possuir características técnicas que retardam o envelhecimento da impermeabilização pela ação das intempéries, agentes poluentes, além de ser resistente a raios ultravioletas. Além disso, estes sistemas devem ser utilizados somente em locais com eventual trânsito de pessoas para facilitar a manutenção.
- Proteção Mecânica Intermediária: Servem de camada de distribuição de esforços e de amortecimento das cargas provenientes de proteções finais ou pisos. A execução deve ter pelo menos 1 cm de espessura.
- Proteção Mecânica Final para Solicitações Leves e Normais: Servem para distribuir os carregamentos normais sobre a impermeabilização. Devem ser dimensionadas conforme as solicitações e apresentar resistência mecânica compatível com os carregamentos previstos. Deve ter ao menos 3 cm de espessura.
- Proteção em Superfície Vertical: Servem para proteger a impermeabilização de impactos, intemperismos e abrasão. Atuam como camada intermediária quando sobre elas são previstos revestimentos e acabamentos. Em impermeabilizações flexíveis, as camadas de proteção devem ser armadas com telas metálicas fixadas com pelo menos 5 cm acima da cota da impermeabilização. Estas armaduras devem ser fixadas mecanicamente à parede sem comprometer a estanqueidade do sistema.

3.5 FORMAÇÃO DE MÃO DE OBRA E PROJETISTAS

Soares (2014), diz que ultimamente tem sido notável o crescimento de empresas especializadas em serviços específicos do cronograma construtivo, e isto inclui o sistema impermeabilizante. Geralmente, a empresa impermeabilizadora apenas orienta o que deve ser realizado preliminarmente e se isenta dos serviços posteriores, o que gera grande risco da impermeabilização não fazer parte do conceito de sistema, já que, apenas o material impermeabilizante, é aplicado por uma empresa especializada. Mas, mesmo com todos estes problemas, atualmente existe a Associação de Empresas de Impermeabilização (AEI) no Rio de Janeiro, que possibilita que sejam consultadas as empresas cadastradas, sendo elas projetistas, consultoras ou executores, para um melhor embasamento no momento da contratação.

3.5.1 Formação de Mão de Obra

A principal característica ofertada pelas empresas de impermeabilização, de fato é a especialização da mão de obra. No entanto, esta especialização que pode ser chamada de aprendizado, é passado de operário a operário informalmente, devido a grande carência de treinamento formal e aprendizagem teórica, o que acarreta numa contínua transmissão de conceitos errados. A ausência de possibilidade de cursos e treinamentos para a realização de impermeabilização é notória em grande parte dos estados brasileiros. O SENAI também não oferta este tipo de curso, pois no ramo da construção civil oferta apenas cursos de pedreiro, carpinteiro, montador de dry-wall e instalador hidráulico (SOARES, 2014).

O mesmo autor ainda explica que a única oferta de curso para formação de mão de obra encontrada no Rio de Janeiro foi na AEI, que em parceria com o SENAI, oferece cursos para aplicadores de impermeabilização. Portanto, mesmo sendo a falta de qualificação da mão de obra, um dos grandes déficits da construção civil brasileira e da indústria da impermeabilização, não há projetos ou incentivos para formação de mão de obra qualificada.

3.5.2 Formação de Projetistas

Sobre a formação de projetistas do ramo da impermeabilização, Soares (2014) aponta que a especificação dos materiais para o sucesso na implantação do sistema é fundamental. Portanto, a formação dos projetistas envolvidos também é imprescindível.

Ao observar os cursos ofertados pelas universidades e centros de estudos, percebe-se que assim como a formação da mão de obra, a formação dos especialistas em projetos de impermeabilização ocorre por meio da experiência prática e da observação. Encontram-se ofertas de cursos nos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo. A Viapol, por exemplo, oferece o Curso Técnico de Projeto e Sistemas de Impermeabilização.

Ao analisar os cursos de graduação ofertados, tanto nas Universidades de São Paulo quanto do Rio de Janeiro, percebe-se que não há oferta de cursos de impermeabilização em suas grades, mesmo nas matérias eletivas ou na ênfase de Construção Civil (SOARES, 2014).

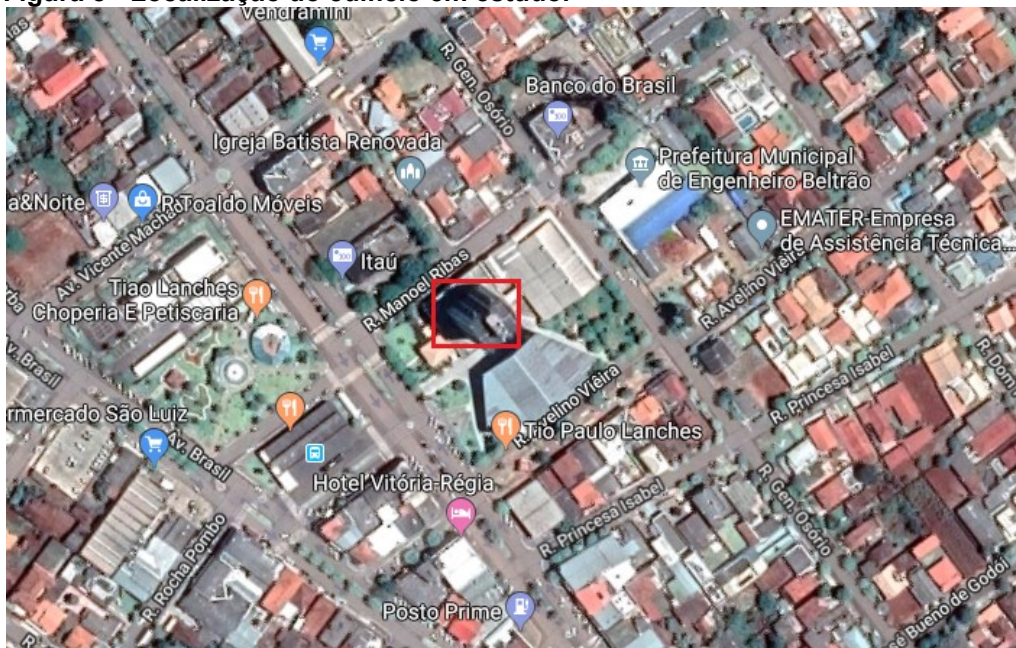
4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste estudo consistiu em, primeiramente, realizar contato pessoal com a profissional técnica responsável por executar as devidas correções na laje em estudo de caso para levantar o histórico da obra e realizar levantamento fotográfico e visual, para identificar e caracterizar as possíveis patologias apresentadas.

4.1 LOCALIZAÇÃO DO EDIFÍCIO EM ESTUDO

O edifício residencial, objeto de estudo contido no presente trabalho, está localizado no município de Engenheiro Beltrão, região norte do estado do Paraná. A localização do prédio pode ser observada por meio da Figura 08.

Figura 8 - Localização do edifício em estudo.

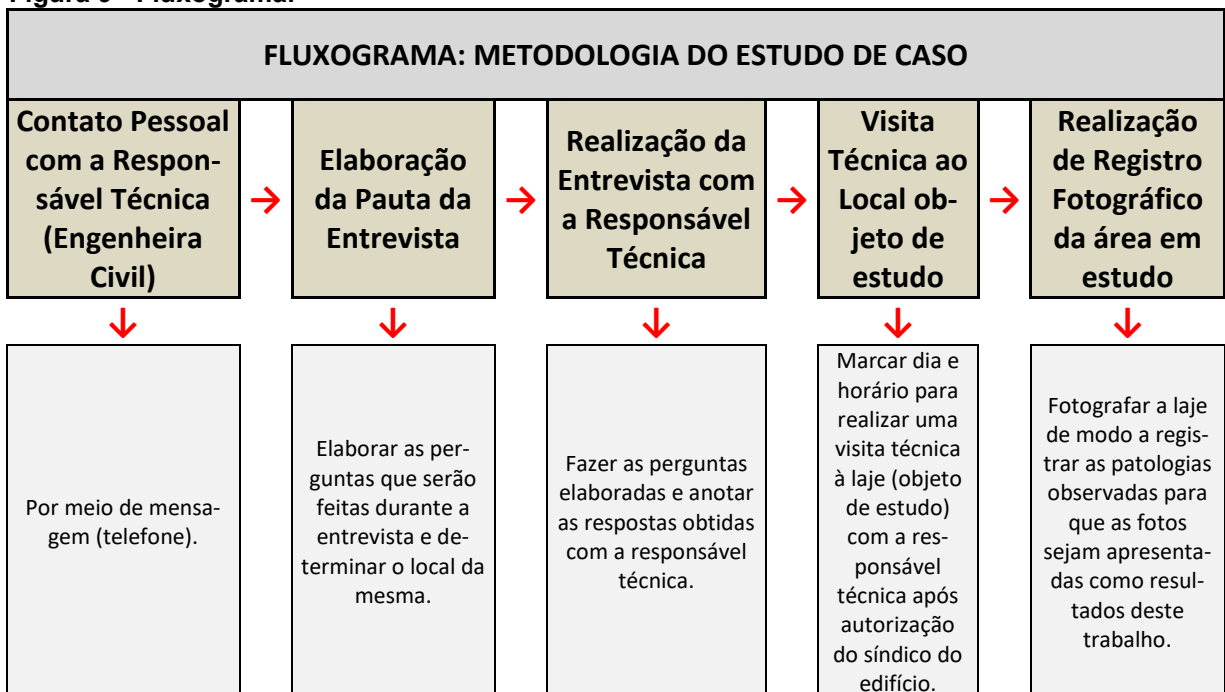


Fonte: Google Maps - Satélite (2019).

4.2 FLUXOGRAMA

Por meio da Figura 09 é possível observar um fluxograma referente às etapas necessárias para realização deste estudo de caso. Essas etapas consistem no contato pessoal com a responsável técnica, planejamento da entrevista, realização da entrevista, visita técnica ao edifício e registro fotográfico das patologias encontradas. Cada uma destas etapas são descritas a seguir.

Figura 9 - Fluxograma.



Fonte: Autoria própria (2019).

4.2.1 Contato Pessoal com a Responsável Técnica

O primeiro passo para a realização deste estudo foi entrar em contato com a responsável técnica pelo edifício residencial onde está localizada a laje, objeto deste estudo de caso.

O primeiro contato, devido à responsável ser próxima ao autor deste trabalho, foi realizado por meio da rede social *Whatsapp*, no dia 09 de fevereiro de 2019 às 10h30minh. A mesma mostrou-se muito receptiva e disposta a colaborar e dispor de informações técnicas necessárias à elaboração deste estudo.

Por meio deste primeiro contato foi possível marcar dia e horário para realização de uma entrevista para a obtenção de informações específicas. A data marcada foi o dia 18 de fevereiro de 2019 às 14:30h. Portanto, tornou-se necessário elaborar as questões a serem realizadas por meio da entrevista.

4.2.2 Elaboração da Pauta da Entrevista

Como este trabalho baseia-se na realização de um estudo de caso, fez-se necessário organizar perguntas para conhecer o histórico do edifício, materiais e métodos empregados na execução, como é a acessibilidade aos projetos e se poderia haver acesso às patologias apresentadas. Portanto, as perguntas realizadas foram as seguintes:

- Quando o edifício começou a ser construído?
- Por quantos (e quais) pavimentos o edifício é constituído?
- Quantos e quais tipos de revestimentos já foram implantados na laje da área de lazer?
- Quando as patologias começaram a surgir?
- Quais medidas de correção/ proteção da laje estão em andamento?
- O edifício já passou por algum processo de reparo? Qual (is)?

Vale ressaltar que durante a entrevista, estas perguntas poderiam ser respondidas e ao mesmo tempo serviriam de “gancho” para a obtenção de distintas informações, também importantes para o desenvolvimento deste trabalho.

4.2.3 Realização da Entrevista

No dia 18 de Fevereiro de 2019 a entrevista com a responsável técnica foi realizada, na residência da mesma, no edifício em estudo, na cidade de Engenheiro Beltrão, Paraná. Por meio das perguntas elaboradas foi possível obter as informações pertinentes e necessárias para o desenvolvimento deste estudo de caso.

Além disso, foi possível ter uma conversa informal com o Sr. síndico do edifício, onde este repassou algumas informações referentes às características dos proprietários do edifício e como estes encaram o problema objeto deste estudo.

Após a entrevista, foi agendada a visita técnica à laje da área de lazer em estudo para o dia 25 de Fevereiro de 2019 às 14h00min.

4.2.4 Visita Técnica

No dia 25 de Fevereiro de 2019 foi realizada uma visita técnica ao edifício residencial em estudo, por meio do acompanhamento da responsável técnica da laje em estudo.

Durante a visita técnica foram observadas algumas patologias na laje em questão. Além disso, foram feitas algumas anotações pertinentes oriundas do conhecimento técnico e científico disponibilizado pela engenheira civil e responsável técnica. Também, com o auxílio de uma trena, foram realizadas algumas medidas para subsidiar algumas características contidas no presente estudo de caso.

4.2.5 Registro Fotográfico das Patologias

Durante a visita técnica, foi dada autorização (pela responsável técnica e pelo síndico), para realizar o registro fotográfico da laje, objeto deste estudo de caso.

Foram registradas todas as partes constituintes da laje exposta, e, além disso, os vazamentos ocorrentes no pavimento inferior (garagem) também puderam ser registrados.

5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos por meio da realização deste estudo de caso. Além disso, serão apresentadas algumas peculiaridades de duas soluções distintas (em andamento – pela responsável técnica pela laje degradada) para as patologias identificadas.

5.1 Dados Obtidos por meio de Entrevista

Por meio da entrevista realizada no dia 18 de Fevereiro de 2019, foi possível obter os seguintes dados:

O edifício em estudo teve seu projeto aprovado no ano de 1988 e é constituído por:

- Pavimento Térreo: Portaria do Prédio e Centro Catequético;
- 1º Pavimento: Garagem;
- 2º Pavimento: Área de Lazer;
- 3º ao 13º Pavimento: Pavimentos Tipo (2 apartamentos por pavimento);
- 14º Pavimento: Cobertura (caixa d'água e casa de máquinas).

5.1.1 Revestimentos Anteriores

O primeiro revestimento implantado na área de lazer do edifício em estudo foi do tipo cerâmico convencional, conforme relatado pelos primeiros moradores. Este revestimento, segundo os mesmos, era semelhante ao representado na Figura 10.

Figura 10 - Primeiro tipo de revestimento implantado na área de lazer.



FONTE: Bel (2019).

No ano de 2009, como o revestimento cerâmico começou a apresentar muitos defeitos, tais como dilatação térmica, manchas, trincas, etc., provavelmente por estar exposto a agentes intempéries por um período considerável de tempo, os condôminos, juntamente com o síndico do edifício optaram por providenciar a remoção deste revestimento e implantação da manta asfáltica impermeabilizante nesta laje.

No entanto, depois de aproximadamente cinco anos (em torno de 2014), como a manta asfáltica implantada também já apresentava muitos defeitos, principalmente próximo aos ralos, optou-se pela remoção da mesma.

5.1.2 Processos de Reparo já Realizados no Edifício

Em Janeiro de 2019, o edifício residencial passou por um processo de recuperação em 11 pilares estruturais devido a apresentarem patologias como:

- Desprendimento do “reboco” e do concreto da camada de regularização existente sobre as armaduras e consequente exposição das mesmas;
- Armaduras apresentando grau severo de corrosão;
- Algumas armaduras apresentando flambagem visível (elevada);

O processo de recuperação estrutural nestes pilares consistiu na remoção do cobrimento das armaduras, tratamento das mesmas (lixamento e aplicação de produto anticorrosivo) e fechamento com concreto, além das etapas básicas de acabamento.

Em dois dos onze pilares recuperados foi necessário utilizar a técnica denominada “encamisamento”, onde foram adicionados estribos e armaduras longitudinais para recompor e solucionar o processo de flambagem de algumas armaduras.

5.2 Visita Técnica

Durante a visita técnica, realizada com o acompanhamento da responsável técnica, foi possível analisar as patologias e realizar registros fotográficos das partes externa e interna da laje em estudo.

Observou-se que a laje da área de lazer do edifício em questão encontra-se sem nenhum tipo de revestimento cerâmico ou impermeabilizante, fator este que gerou patologias em diversos pontos da laje, principalmente no pavimento inferior à mesma, onde está localizada a garagem do prédio.

Algumas das patologias apontadas pela responsável técnica são:

- Trincas com espessura maior que 1cm na laje externa da área de lazer;
- Infiltração da água proveniente da chuva e dos serviços de limpeza;
- Oxidação de parte das armaduras constituintes da laje estrutural;

As trincas acima citadas passaram por um tipo de medida paliativa, pois se percebe que as mesmas foram “tapadas” assim que findou-se o processo de remoção da manta impermeabilizante.

A infiltração da água da chuva ocorre devido ao fato da mesma encontrar-se exposta aos agentes do tempo, como chuva, variação de temperatura, vento, etc. Portanto, parte de toda água que incide nesta laje é absorvida e acaba por atingir a garagem, pavimento inferior a área de lazer. Esta patologia gera muito incômodo aos moradores devido ao fato da água que atinge os veículos localizados na garagem

conter agentes corrosivos oriundos do concreto devido a oxidação das armaduras. Além deste empecilho, futuramente, se nenhuma medida de proteção for implantada, pode haver o comprometimento estrutural desta laje, já que a mesma exerce função estrutural no edifício.

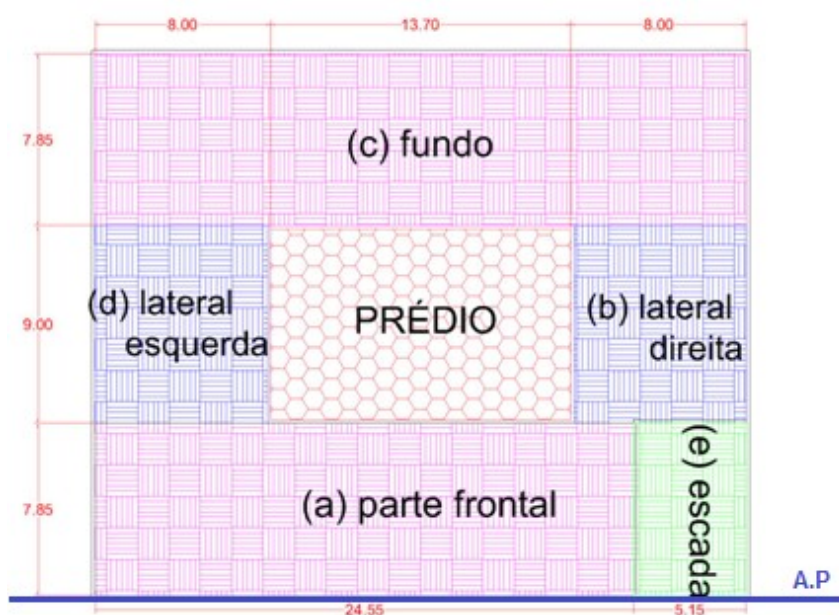
5.2.1 Registros Fotográficos

Nesta seção podem ser observados os registros fotográficos dos dois pavimentos: Área de lazer e garagem do edifício em estudo. Além destes registros, também poderão ser contemplados alguns dados obtidos por meio da visita técnica realizada.

5.2.1.1 Laje Exposta (Área de Lazer)

Na Figura 11 é possível observar um croqui das partes da área de lazer que a constituem (parte frontal, lateral direita, fundo e lateral esquerda). Este croqui foi montado com o objetivo de facilitar a visualização dos registros fotográficos apresentados a seguir.

Figura 11 - Croqui: Partes que constituem a área de lazer.

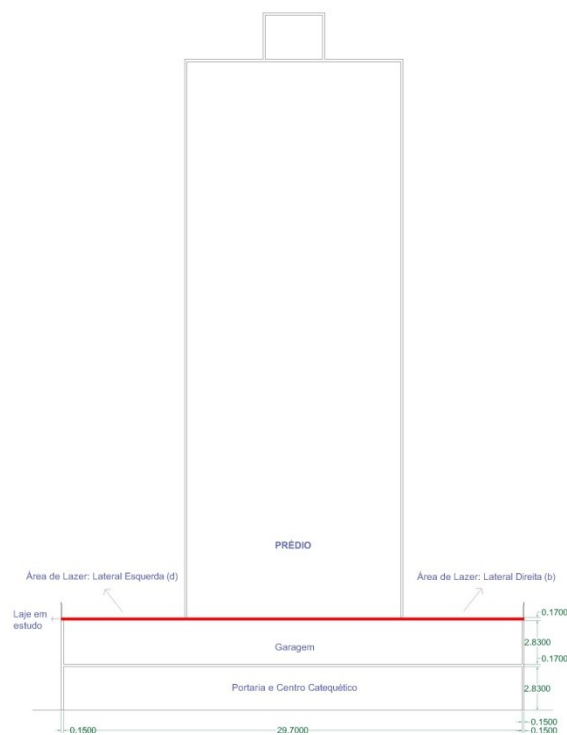


FONTE: Autoria própria (2019).

Ainda, no Croqui apresentado na Figura 11, observa-se a localização do alinhamento predial, para facilitar a identificação de cada uma das partes constituintes da área de lazer.

Com o objetivo de facilitar a visualização da localização de todas as partes da área de lazer em estudo, por meio da Figura 12 é possível observar um corte simplificado do edifício residencial.

Figura 12 - Corte Simplificado - Áreas de interesse.



FONTE: Autoria própria (2019).

Na Figura 13 é possível observar um “zoom” da Figura 12. Esta figura apresenta as cotas referentes aos pés direito das lajes localizadas abaixo da área de lazer, assim como a identificação de cada um destes ambientes. Observa-se, portanto, que abaixo da área de lazer está localizado o pavimento da garagem e, abaixo dele, o nível térreo que é destinado à utilização da Portaria e do Centro Catequético da Igreja Matriz Católica da cidade de Engenheiro Beltrão, Paraná.

Cabe ressaltar que a obra de recuperação e reparo estrutural realizada em Janeiro de 2019, citada no capítulo de metodologia deste trabalho, foi realizada no pavimento térreo (Portaria e Centro Catequético).

Figura 13 - Corte Simplificado - Áreas de interesse.



FONTE: Autoria própria (2019).

Na Figura 14 é possível observar o primeiro registro fotográfico da área de lazer do edifício em estudo. Esta imagem refere-se à parte frontal (a) do edifício, ou entrada. Nota-se que a laje está completamente exposta e que apresenta diversas trincas, conforme foi descrito anteriormente.

Figura 14 - Laje (a - parte frontal): Área de Lazer.



FONTE: Autoria própria (2019).

A Figura 15 também apresenta a parte frontal (a) da área de lazer do edifício, mas vista por outro ângulo. No entanto, nesta imagem é possível observar a quantidade de trincas iniciadas a partir do ralo, local mais importante nas implantações de sistemas impermeabilizantes.

Figura 15 - Laje (a - parte frontal): Área de Lazer.



FONTE: A autoria própria (2019).

As Figuras 16 e 17 apresentam a lateral direita (b) do edifício por perspectivas diferentes. Também nota-se a alta predominância de trincas em toda a laje.

Figura 16 - Laje (b – lateral direita): Área de Lazer.



FONTE: A autoria própria (2019).

Figura 17 - Laje (b – lateral direita): Área de Lazer.



FONTE: Aatoria própria (2019).

As Figuras 18 e 19 apresentam a parte de traz, ou “fundo” do edifício, também por perspectivas diferentes. Assim como nas demais imagens, nota-se a alta consistência de trincas.

Figura 18 - Laje (c - fundo): Área de Lazer.



FONTE: Aatoria própria (2019).

Figura 19 - Laje (c - fundo): Área de Lazer.



FONTE: Autoria própria (2019).

Finalmente, as Figuras 20 e 21 apresentam a lateral esquerda do edifício, também por perspectivas diferentes. Novamente, a olho nu, a principal e mais predominante patologia observada são as trincas.

Figura 20 - Laje (d - lateral esquerda): Área de Lazer.



FONTE: Autoria própria (2019).

Figura 21 - Laje (d - lateral esquerda): Área de Lazer.



FONTE: Aatoria própria (2019).

5.2.1.2 Pavimento Inferior (Garagem)

Devido à garagem estar localizada abaixo da área de lazer, provavelmente assim que foi removida a manta impermeabilizante, a água da chuva começou a infiltrar na laje e atualmente essa infiltração já atravessa a mesma. Durante a visita técnica, foi possível observar diversos pontos na parte inferior da laje em estudo onde a água, juntamente com agentes corrosivos, a atravessa e chega a atingir os veículos estacionados. Dois destes pontos podem ser observados por meio da Figura 22.

Figura 22 – Patologias na parte inferior da Laje (Garagem).



FONTE: Aatoria própria (2019).

5.3 MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO EM ANDAMENTO

Atualmente, segundo a responsável técnica, existem duas medidas em fase de estudo para solucionar o problema de falta de proteção impermeabilizante na área de lazer em estudo: A implantação de um sistema impermeabilizante para vedar as infiltrações ou a implantação de cobertura completa em toda a extensão exposta da área de lazer.

Ambas as alternativas acima descritas apresentam vantagens e desvantagens, que serão discutidas a seguir, no capítulo de resultados.

Na Figura 23 é possível observar um exemplo de aplicação da borracha líquida em uma laje de cobertura. Observa-se, por meio desta imagem, que esta laje também está exposta aos agentes intempéries, assim como o caso da laje que é produto do estudo de caso contido neste trabalho.

Figura 23 - Aplicação da borracha líquida como sistema de impermeabilização.



FONTE: Spill (2019).

Na Figura 24 é possível observar dois exemplos de possíveis coberturas para implantação na área de lazer em estudo. Na primeira, a esquerda é possível observar uma cobertura metálica, enquanto que à direita observa-se uma cobertura em madeira.

Figura 24 - Exemplos de cobertura metálica e em madeira.



FONTE: DSW e BAHOMA (2019).

Vale ressaltar que atualmente, no mercado, existem diversas alternativas de impermeabilização além das apresentadas neste capítulo, conforme foi possível observar na fundamentação teórica do presente estudo. No entanto, como já foi implantada a manta asfáltica como agente impermeabilizante há alguns anos atrás, os proprietários dos apartamentos têm preferência por implantar outro tipo de impermeabilização. E como recentemente a responsável técnica obteve recomendações positivas a respeito da borracha líquida Hm Rubber por colegas engenheiros, a mesma optou por analisar a viabilidade de implantação da mesma.

No entanto, ainda como os sistemas impermeabilizantes apresentam uma vida útil relativamente baixa em relação à da edificação como um todo, pretende-se também analisar a viabilidade da implantação de uma cobertura na área em estudo, já que a duração da mesma é considerada bem maior que a de sistemas impermeabilizantes em geral.

5.3.1 Impermeabilização

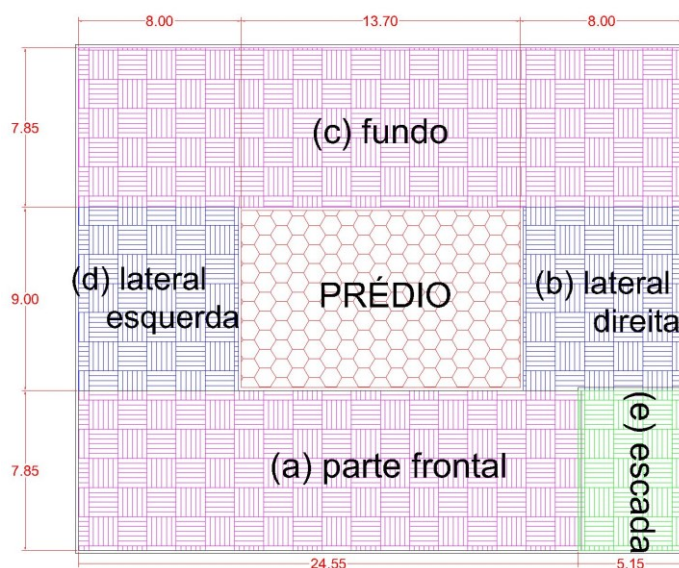
De acordo com os dados coletados por meio de entrevista com a engenheira do edifício em estudo, a implantação da impermeabilização por borracha líquida encontra-se em fase inicial de estudo e orçamento. Vale ressaltar que ainda não foi decidida a aplicação de nenhuma medida por parte da mesma e pelos proprietários dos apartamentos do edifício, mas tem-se que a borracha líquida é considerada um

dos melhores sistemas de impermeabilização para áreas expostas, como a área de lazer, objeto deste estudo.

Para realizar a aplicação da borracha líquida está sendo realizado um orçamento prévio da execução das etapas necessárias, tais como a retirada da camada existente (onde se observa a presença das trincas e material solto) e a execução de uma camada regularizadora (com os caimentos necessários) onde poderá ser aplicado o impermeabilizante. A princípio, de acordo com o fabricante, a própria borracha líquida poderá exercer a função de proteção mecânica, no entanto, cabe estudar a importância da mesma e considerar sua implantação, já que o impermeabilizante ficaria muito exposto aos agentes externos, que poderiam deteriorá-lo em um prazo mais curto se considerada a implantação da proteção mecânica.

Em média, a área de lazer do edifício em estudo apresenta as medidas apresentadas no Quadro 01. Vale ressaltar que estas medidas são aproximadas, já que o projeto arquitetônico da área de lazer do edifício provavelmente passou por alterações na etapa de execução. Para facilitar a visualização das medidas apresentadas por este quadro, na Figura 25 observa-se um croqui semelhante ao apresentado na Figura 09, no entanto, neste observa-se as cotas da área em estudo.

Figura 25 – Croqui com cotas: Partes que constituem a área de lazer.



FONTE: Autoria própria (2019).

Quadro 1 - Área total a ser impermeabilizada.

Local	Largura (m)	Comprimento (m)	Área (m ²)
(a) Parte frontal	7,85	24,55	192,72
(b) Lateral direita	8,00	9,00	72,00
(c) Fundo	7,85	24,55	192,72
(d) Lateral esquerda	8,00	9,00	72,00
(e) Escada	5,15	7,85	40,43
		Área Total =	570,00

FONTE: Autoria Própria (2019).

Conforme observado no Quadro 01, a área de lazer foi dividida em cinco partes para medição:

- (a) Parte frontal;
- (b) Lateral direita;
- (c) Fundo;
- (d) Lateral esquerda;
- (e) Escada.

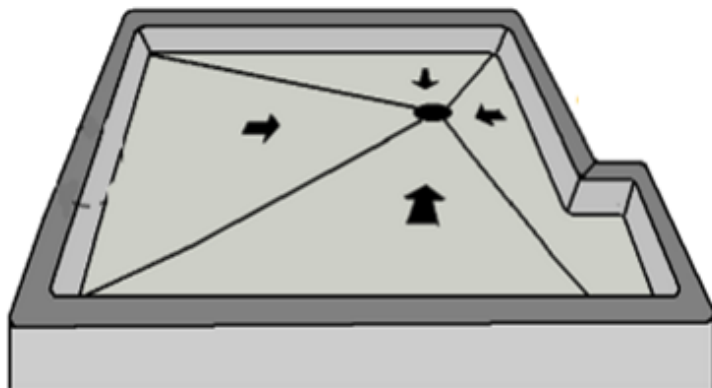
Sendo assim, após realização de levantamento pela responsável técnica (medição *in situ*), observa-se que existe uma área total de, aproximadamente, 570,00 m² de laje que precisa ser impermeabilizada.

A primeira etapa consiste na retirada da camada superficial da laje, já que esta camada apresenta grande consistência de patologias e por estar consideravelmente deteriorada.

A segunda etapa deste processo consiste na construção de uma camada de regularização que, como o nome já diz, terá a função de regularizar o substrato a ser impermeabilizado e proporcionar uma superfície uniforme de apoio à camada impermeável. Ainda, esta camada deverá ser dimensionada de modo a adequar-se à base. Esta superfície deverá ser isenta de protuberâncias e com resistência e textura compatíveis com o sistema de impermeabilização (flexível) a ser empregado, segundo as recomendações da NBR 9574.

Um detalhe importantíssimo na construção da camada de regularização são os caimentos, porque, executados segundo as instruções normativas garantem o funcionamento correto do sistema, evitam a concentração de água e a encaminha para seu destino final, que são os ralos. Conforme especifica a NBR 9575 – Elaboração de Projetos de Impermeabilização, a inclinação do substrato das áreas horizontais externas deve ser de, pelo menos, 1% em direção aos coletores de água (ralos). A Figura 26 apresenta como devem ser feitos os caimentos de uma laje que possui apenas um coletor, que é o caso da laje em estudo, que apresenta apenas um coletor por “Local” (Quadro 01).

Figura 26 - Exemplo de caimentos em laje com 1 coletor.



Fonte: Casa d'água (2014).

A terceira etapa, após a correta implantação da camada de regularização, consiste na aplicação da camada impermeabilizante, no presente caso, flexível (borracha líquida). A NBR 9575 especifica que esta camada consiste no estrato com função de barrar a passagem de fluidos às camadas inferiores. No presente caso, como foi escolhido o impermeabilizante denominado Borracha Líquida (da marca Hm Rubber), a seguir serão descritas algumas características do mesmo.

A Borracha Líquida Hm Rubber é um impermeabilizante de alto desempenho indicado para:

- Lajes;
- Banheiros;

- Sacadas;
- Cozinhas;
- Calhas metálicas ou de concreto;
- Jardineiras;
- Galerias fluviais;
- Canais de irrigação;
- Janelas;
- Telhados metálicos ou de fibrocimento;
- Muros de arrimo;
- Baldrames;
- Bacias de contenção;
- Proteção contra corrosão química.

O Hm Rubber Borracha Líquida, conforme a especificação do fabricante é um produto mono componente, que pode ser aplicado com pincel, rolo ou com bomba air-less, desde que tenham resistência aos solventes. A superfície deve estar limpa, livre de sujidade, detritos, óleos ou gorduras.

Para receber a primeira camada de borracha líquida, a laje não deverá apresentar nenhum tipo de saliência, protuberância, bolsa, ninho, buracos ou mudanças bruscas de elevação da superfície. Ao se esfregar com uma escova de cerdas duras não deve produzir nenhum pó de cimento desalojado. Onde o concreto apresentar saliências, bolsas, ninhos ou áreas ásperas, estes deverão ser preenchidos com graute ou epóxi para proporcionar uma superfície lisa e plana. Recomenda-se ainda, a aplicação da borracha líquida com tela de reforço, em locais onde ocorram intersecções de paredes e lajes e onde houver interferências como ralos ou encanamentos, recomenda-se aplicação com reforço estrutural.

O HM Rubber Borracha Líquida deverá ser aplicado a uma taxa de 1,6 a 2,2 kg/m². A espessura desejada é conseguida pela aplicação de várias camadas finas. Normalmente o produto é curado dentro de poucas horas, podendo variar conforme temperatura e umidade relativa.

Vale ressaltar, que no presente caso, pretende-se aplicar a borracha líquida em, aproximadamente, $2,0 \text{ kg/m}^2$, para atender as especificações do produto e manter uma margem de segurança, já que a laje não contará com proteção mecânica.

5.3.2 Cobertura

A princípio, em reunião com os proprietários dos apartamentos do edifício objeto de estudo, a ideia de implantação de cobertura metálica ou em madeira na área de lazer do prédio não foi bem acatada pelos mesmos, já que o pé direito da área de lazer impede que esta cobertura, de modo geral, apresente uma estética considerada arquitetonicamente “bonita”, além de prejudicar as sacadas dos apartamentos localizados no primeiro andar do edifício.

No entanto, a implantação deste tipo de proteção na laje apresenta uma relação custo x benefício mais vantajosa em relação aos sistemas de impermeabilização, já que a vida útil das coberturas é consideravelmente maior do que a de sistemas impermeabilizantes.

Assim como foram apresentadas as medidas da área total a ser impermeabilizada, também na Figura 01 e no Quadro 20 podem ser observadas as medidas aproximadas da área a ser coberta.

Como se pretende construir a cobertura em questão em madeira ou metal, a seguir serão descritas algumas características destas estruturas e algumas peculiaridades em relação ao local de implantação.

Conforme pode ser observado na Figura 27, uma das principais dificuldades em se implantar a cobertura na área de lazer em estudo são suas dimensões disponíveis de altura e largura. A parte “mais larga” têm 7,85 metros, enquanto que o máximo pé direito disponível é de 2,83 metros. Ainda, vale ressaltar que, caso os moradores do primeiro andar não concordem em iniciar a cobertura no “nível” de suas sacadas, deverá considerar-se, ainda, a hipótese de iniciar a cobertura 56 centímetros abaixo, de modo a diminuir ainda mais o pé direito disponível, o que pode inviabilizar a implantação da cobertura.

Figura 27 - Medidas para implantação da cobertura.



FONTE: Autoria Própria (2019).

5.4 ANÁLISE: VANTAGENS E DESVANTAGENS

Nesta seção serão apresentados os prós e os contras da implantação de cada uma das medidas propostas para solucionar o problema da ausência de proteção contra infiltração da água na laje da área de lazer do edifício residencial Padre Aloísio Jacob.

5.4.1 Borracha Líquida X Cobertura

Tanto a implantação de um impermeabilizante rígido, flexível ou de uma cobertura têm seus pontos positivos e negativos. No caso do presente estudo existem algumas particularidades que serão apresentadas a seguir.

A borracha líquida é uma tecnologia recente nas obras brasileiras e se molda a qualquer substrato sem formar emendas. É caracterizada como uma membrana polimérica de alta elasticidade e memória de recuperação. Além disso, em comparação com soluções à base de solvente ou petróleo, a borracha líquida é mais resistente ao ressecamento.

A implantação da borracha líquida Hm Rubber, aplicada de forma correta segundo as especificações das Normas e do fabricante é muito eficiente, no entanto, não é um método definitivo e exige manutenção constante.

Portanto, com a implantação do impermeabilizante têm-se a vantagem de manter a estética arquitetônica da área de lazer, no entanto, haverá a necessidade de manutenção constante e vida útil consideravelmente mais curta, (em torno de 10 anos), quando comparada à implantação da cobertura.

A cobertura é um tipo de solução tradicional e poderá exercer a função de proteger a laje quanto aos agentes oriundos de intemperismos (calor, chuva, frio, etc). A grande vantagem deste sistema é a durabilidade e menor necessidade de manutenção se comparado à implantação de sistemas impermeabilizantes. Como a área de lazer é utilizada pelas crianças do edifício, caso este sistema seja o escolhido para solucionar o problema apresentado, seria necessário analisar todas as peculiaridades da área de lazer, já que a implantação de cobertura nesta área deveria atender grandes vãos em uma altura (pé direito) disponível relativamente pequena, e ao mesmo tempo ser termicamente e acusticamente agradável. Além disto, para implantação da cobertura deveria haver concordância e consentimento por parte dos proprietários dos apartamentos do primeiro andar, já que esta estaria praticamente em contato com o final da laje do primeiro pavimento.

Em resumo, no Quadro 02 observam-se algumas particularidades relacionadas tanto a aplicação do impermeabilizante quanto à cobertura.

Quadro 2 - Comparativo: Impermeabilização X Cobertura.

Fatores	Impermeabilização	Cobertura
Estética	✓	X
Rapidez na Execução	✓	X
Pouca sobrecarga (peso)	✓	X
Otimização do espaço	✓	X
Fácil Manutenção	X	✓
Custo (incluindo manutenção)	X	✓
Não necessita mão de obra qualificada	X	✓
Durabilidade	X	✓

FONTE: Autoria Própria (2019).

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

6.1 CONCLUSÕES

Foi possível obter êxito na obtenção dos resultados deste estudo de caso. Desde o primeiro contato, a responsável técnica pela laje mostrou-se disponível para colaborar com a elaboração deste estudo, o que o tornou viável e possível de ser realizado.

As visitas realizadas resultaram em informações pertinentes e necessárias para o presente desenvolvimento. Foram feitas anotações e registros fotográficos, para investigação e estudo das patologias identificadas.

Foram observadas e relatadas patologias como trincas, fissuras, infiltração e deterioração do concreto da laje em estudo. Além disso, também foi possível visitar, tecnicamente, o pavimento inferior à laje exposta, onde está localizada a garagem e observar o grau de severidade da infiltração, que já atinge os veículos dos proprietários do apartamento do edifício.

Foram apresentadas duas possíveis soluções para recuperação, reparo e proteção da laje, que estão em fase de estudo pela responsável técnica: Impermeabilização ou Cobertura, além de suas peculiaridades. O impermeabilizante poderá ser a borracha líquida e a cobertura poderá ser implantada em estrutura metálica ou em madeira.

Portanto:

- Foi possível realizar uma integração com a Engenheira Civil responsável pela elaboração do Laudo Técnico referente à reforma da área de lazer do edifício em estudo e visitar o local, além de registrar, por meio de fotos e anotações, a situação em que o mesmo se encontra;
- Foram analisadas as possíveis causas da degradação da área de lazer e chegou-se a conclusão que os fatores que geraram as patologias encontradas foram a falta de proteção da laje (impermeabilização ou cobertura) e, quando foi implantada a manta asfáltica impermeabilizante, a falta de manutenção da mesma.
- O pavimento inferior à laje da área de lazer (garagem) foi analisado e

observou-se infiltração oriunda da parte externa da mesma;

- Foram apresentadas duas possíveis soluções para proteger a laje em estudo: Impermeabilização flexível e Cobertura. Além disso, foram apresentadas as peculiaridades de cada uma destas soluções;
- Finalmente, foram apresentadas as particularidades (vantagens e desvantagens) referentes à implantação tanto da impermeabilização quanto da cobertura, relacionadas às disponibilidades existentes na área em estudo (área de lazer);

6.2 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

A seguir estão descritas algumas das sugestões para dar continuidade ao estudo de caso desenvolvido neste trabalho:

- Desenvolver o laudo técnico referente à laje do presente estudo de caso que englobe a análise estrutural da mesa de modo a verificar o nível de degradação dos elementos estruturais (oxidação das armaduras e seus componentes);
- Desenvolver um projeto de impermeabilização para a laje da área de lazer de acordo com as recomendações da Norma Brasileira ABNT NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e Projeto, de modo a englobar todas as peculiaridades observadas;
- Desenvolver um projeto de cobertura em estrutura com a maior relação entre custo e benefício, de modo a atender os vãos disponíveis e se enquadrar no pé direito considerado relativamente baixo. É recomendável consultar um profissional especializado no desenvolvimento deste tipo de projeto, tal como o arquiteto projetista.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREATTA, M; COSTA, V. **Processo: Barreira à umidade ascendente**. Brasil, 2017. Disponível em: <http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/09_ida/idabanco4/cadastro/p_cadastro/processo/Corpo_centro_processo_2.php?idProcesso=19>. Acesso em: 20/10/2018.

APOLINÁRIO, M. S. **Danos causados por falhas na impermeabilização da infraestrutura de edificações térreas residenciais privativas unifamiliares com área até oitenta metros quadrados**. 2013, 14 p. Artigo (Pós Graduação em Avaliações e Perícias de Engenharia - IPOG). Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=danos-causados-por-falhas-na-impermeabilizacao-da-infraestrutura-de-edificacoes-terreas-residenciais-privativas-unifamiliares-141681116.pdf/>>. Acesso em: 09/09/2018.

ARAÚJO, M.A.C.S. **Materiais impermeabilizantes: Como diminuir perdas**. in: Anais do 8º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização. São Paulo, SP. set. 1993 p. 293-302. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9575: Impermeabilização: Seleção e Projeto**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575 - Impermeabilização - Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2003.

BAHOMA. **A Melhor Madeira para Telhado**. Brasil, 2019. Disponível em: <<https://bahoma.com.br/produto/madeira-para-telhado-curitiba/>>. Acesso em: 12/03/2019.

CASA D'ÁGUA. Disponível em: <www.casadagua.com/>. Acesso em 11/05/2019.

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**. 2003. 168f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - UFRGS, Porto Alegre, 2003.

CUNHA, A.G.; NEUMANN, W. **Manual impermeabilização e isolamento térmico**. Rio de Janeiro: Texsa Brasileira, 1979. 227p. Gerais, Belo Horizonte, 2008. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DSW. **Soluções Industriais**. Brasil, 2018. Disponível em: <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/instalacoes_e_equipamento_industrial/metallum-caldeiraria-e-manutencao-industrial/produtos/servicos/cobertura-metalica-preco-1>. Acesso em: 09/03/2019.

FARIAS, R, M; EVANGELISTA, W, L. **Transtornos e Desconfortos Ocasionados pela Infiltração e Umidade no Centro de Pedro Leopoldo/ MG**. 2017. Revista de Engenharia e Tecnologia (ISSN 2176 - 7270) - V. 9, Nº 3, Dezembro de 2017.

FERREIRA, B, M. **Impregnação de Manchas em Revestimentos**. UOL, 2017. Disponível em: <<https://bbel.uol.com.br/casa-arrumada/como-remover-manchas-em-pisos-de-ceramica/>>. Acesso em: 18/02/2019.

MORAES, C.R.K. **Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre**. 2002, 91 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFRGS, Porto Alegre, 2002.

QUERUZ, F. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga**. Santa Maria: UFSM, 2007. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria.

RIGHI, G. V. **Estudo dos Sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções – Análise de Casos**. Santa Maria: UFSM, 2009. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007. Santa Maria, 2007.

SANTANA, C, A, S. **Umidade por Condensação – Causas e Soluções**. Brasil, 2017. Disponível em: < <https://www.tintasepintura.pt/humidade-por-condensacao-causas-e-solucoes/>>. Acesso em: 09/10/2018.

SIQUEIRA, V. **Impermeabilização em Obras de Construção Civil**. 2018. 92f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - UNISUL, Palhoça, 2018.

SOARES, F. **A Importância do Projeto de Impermeabilização em Obras de Construção Civil**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2014. 120 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. 64f. SPIL. **Serviços de Pintura, Impermeabilização e Limpeza**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://spil.srv.br/servicos/impermeabilizacao/>>. Acesso em: 22/02/2019.