

FACULDADE DE ENGENHERIA DE MINAS GERAIS

PPDC- Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica

ALAN DE SOUZA DA SILVA

CARLA ANGÉLICA VIDOTT LOPES

MARCOS PAULO HENRY DE MELO

**A IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO DAS FUNDAÇÕES DE
UMA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL**

BELO HORIZONTE - MG

DEZEMBRO/2021

ALAN DE SOUZA DA SILVA
CARLA ANGÉLICA VIDOTT LOPES
MARCOS PAULO HENRY DE MELO

IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO DAS FUNDAÇÕES UMA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais (FEAMIG), como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Especialista Marcos Marques
Moreira Rocha

Orientador Metodologia: Prof.(a). Ms. Gabriela
Fonseca e Prof.(a). Ms. Raquel Ferreira

BELO HORIZONTE - MG

DEZEMBRO/2021



FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO DAS FUNDAÇÕES UMA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL**, de autoria dos alunos ALAN DE SOUZA DA SILVA, CARLA ANGÉLICA VIDOTT LOPES e MARCOS PAULO HENRY DE MELO, isento de banca examinadora, em função de publicação de artigo científico nos ***Cadernos de Comunicações Universitárias***, do 5º SEAG – Simpósio de Engenharia, Arquitetura e Gestão, ISSN 2675-1879.

Belo Horizonte, 09 de novembro de 2021.

Profa. Ms. Raquel Ferreira de Souza

Coordenadora do Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica

PPDC/FEAMIG

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de nossas vidas. Portanto, desde já pedimos desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte dos nossos pensamentos e da nossa gratidão.

Agradecêssemos ao nosso orientador o Professor Marcos Marques Moreira Rocha, pela sabedoria com que nos guiou nesta trajetória.

Agradecemos as professoras e orientadoras Gabriela Fonseca e Raquel Ferreira pela atenção e paciência.

Aos meus colegas de sala, pela cumplicidade.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaríamos de deixar registrado também, o nosso reconhecimento à nossa família, pois acreditamos que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, agradecemos a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

Dentro da construção civil, as fundações são os elementos mais importantes da obra. O acompanhamento dos problemas patológicos de uma fundação é fundamental para o desempenho, durabilidade, salubridade e segurança de uma edificação. As patologias relacionadas a falhas nos sistemas de impermeabilização representam uma quantidade significativa de obras de reparação técnica em uma edificação. A umidade é um dos maiores problemas de patologias em uma edificação, ainda que as fundações não fiquem expostas às intempéries, como sol e chuva, elas ficam em contato constante com a umidade do solo que conduzem para as fundações a umidade por capilaridade até seus componentes, deteriorando os elementos com o passar do tempo. Desta forma, o presente trabalho busca analisar as principais manifestações patológicas existentes pela falta de impermeabilização nas fundações, levantar as práticas adotadas nos processos de impermeabilização e os tipos de materiais, os benefícios da utilização deste processo. O trabalho apresentado se refere a uma pesquisa aplicada de natureza qualitativa com fins exploratórios, por meios de documentos coletados em âmbito nacional, a partir de sites especializados no assunto, periódicos, simpósios, livros, revistas, Teses e Artigos publicados entre 1991 a 2020. A falta de um projeto de impermeabilização ou até mesmo um projeto mal executado, podem ocasionar danos a uma edificação, devido o contato com a umidade existentes no solo, ou oriundas de chuvas e construções próximas. Essas umidades sobem pela edificação por capilaridade de forma ascendente, ocasionando várias patologias, como mofo, bolor, manchas nas paredes, eflorescências, podendo gerar patologias mais graves como a corrosão, oxidação das ferragens e a deterioração dos materiais de uma edificação. Uma boa impermeabilização traz a edificação um ambiente salubre, livres de mofos e fungos que podem afetar a saúde humana, traz a proteção da construção contra a passagem de fluidos e aumenta a vida útil da edificação e de seus componentes. Existem vários métodos de impermeabilização para as fundações, como a argamassa e o cimento polimérico, manta asfáltica, resina epóxi, impermeabilização com lonas, porém elas são divididas em rígidas e as flexíveis, para uma maior eficiência deve ser escolhido a técnica de impermeabilização correta para cada tipo de estrutura. Um projeto de impermeabilização bem feito e capaz de trazer vários benefícios a uma edificação, porém é necessária uma manutenção adequada para que se atenda a vida útil esperada.

Palavras-chave: Edificação. Fundações. Umidade. Patologias. Impermeabilizantes

ABSTRACT

Within civil construction, foundations are the most important elements of the work, monitoring the pathological problems of a foundation is essential for the performance, durability, health and safety of a building. The pathologies related to faults in waterproofing systems represent a significant amount of technical repair works in a building. Moisture is one of the biggest problems of pathologies in a building, although the foundations are not exposed to the elements, such as sun and rain, they are in constant contact with the soil moisture that lead to the foundations the moisture by capillary action to its components , deteriorating the elements over time. Thus, this work seeks to analyze the main pathological manifestations that exist due to the lack of waterproofing in foundations, raise the practices adopted in waterproofing processes and the types of materials, the benefits of using this process. The work presented refers to an applied research of qualitative nature with exploratory purposes, by means of documents collected nationwide, from websites specialized in the subject, periodicals, symposiums, books, magazines, theses and articles published between 1991 and 2020. The lack of a waterproofing project or even a poorly executed project, can cause damage to a building, due to contact with moisture existing in the ground, or from rain and nearby constructions. These moistures rise through the building by capillary action in an ascending way, causing various pathologies, such as mold, mildew, stains on the walls, efflorescence, which can generate more serious pathologies such as corrosion, oxidation of the hardware and deterioration of the materials of a building. A good waterproofing makes the building a healthy environment, free from molds and fungi that can affect human health, protects the building against the passage of fluids and increases the life of the building and its components. There are several waterproofing methods for foundations, such as mortar and polymeric cement, asphalt blanket, epoxy resin, waterproofing with tarpaulins, but they are divided into rigid and flexible, for greater efficiency, the correct waterproofing technique must be chosen for each type of structure. A well-made waterproofing project capable of bringing several benefits to a building, , but proper maintenance is required to meet the expected useful life.

Keywords: Edification. Foundations. Moisture. Pathologies. Waterproofing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Classificação dos materiais.....	18
Figura 02 – Tipos de obras de construção: obras de infraestruturas e civis	22
Figura 03 - Subsistemas construtivo	24
Figura 04 - Exemplo de tipo de fundação superficial ou diretas ou rasa.....	26
Figura 05 - Exemplo sapata isolada de forma retangular	27
Figura 06- Exemplo bloco de fundação	28
Figura 07 - Exemplo fundação raier, perfil.....	28
Figura 08 - Exemplo fundação radier, perfil.....	29
Figura 09 – Sapata associada.....	29
Figura 10 – Sapata corrida.....	30
Figura 11 – Grelha	30
Figura 12 – Viga de Fundação	31
Figura 13 – Viga de Fundação	31
Figura 14 - Exemplo de tipo de fundação profundas ou indiretas.	32
Figura 15 - Exemplo de tipo de fundação profundas tipo Estaca.....	33
Figura 16 - Exemplo de tipo de fundação profundas tipo Tubulão.....	33
Figura 17 - Exemplo de tipo de fundação profundas tipo Caixão	34
Figura 18 - Interação entre o terreno (solo) – fundação - estrutura	37
Figura 19 - Umidades.....	39
Figura 20 – Aplicação de impermeabilizantes – Fundação Radier	47
Figura 21 – Aplicação de impermeabilizantes – Fundação Viga Baldrame	48
Figura 22 – Esquema do processo da umidade ascendente Fundação Radier.	56
Figura 23 – Esquema do processo da umidade ascendente Fundação Viga Baldrame.	56
Figura 24 – Esquema do processo da umidade ascendente Fundação Tipo Sapata.	56
Figura 25 - Processos de machas e descolamento da pintura	58
Figura 26 - Manchas de Mofo	58
Figura 27 e Figura 28 - Patologia criptoeflorescência.....	59
Figura 28 - Patologia eflorescências	60
Figura 29 - Patologia Carbonatação.....	61
Figura 30 - Patologia Lixiviação	62

Figura 31 - Patologia Corrosão e Oxidação de um Piso por umidade ascendente ...	63
Figura 32 - Desempenho ao longo do tempo	72
Figura 33 - impermeabilizante rígido	75
Figura 34 - impermeabilizante flexível	76
Figura 35 - detalhe viga baldrame	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Origem da umidade nas construções	38
Tabela 02 – Principais patologias causadas pela infiltração	41
Tabela 03 - Principais patologias encontradas pela falta de impermeabilização	55
Tabela 04 - Principais Benefícios da Utilização da Impermeabilização	63
Tabela 05 - Vida Útil de Projeto (VUP)	67
Tabela 06 - Efeito das falhas no desempenho	68
Tabela 07 - Categoria de Vida Útil de Projeto para partes do Edifício	68
Tabela 08 - Custo de manutenção e reposição ao longo da vida útil.....	66
Tabela 09 - Critérios para o estabelecimento da VUP das partes do Edifício	69
Tabela 10 - Valores usados para estimar a vida útil da fundação em um projeto sem impermeabilização	71

LISTA DE GRAFICO

Grafico 1 - Gasto de uma obra de construção civil	64
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	CONTEXTO.....	14
1.2	Problema de Pesquisa.....	15
1.3	Objetivos Geral.....	15
1.4	Objetivos Específicos	15
1.5	Justificativa	15
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	Construção Civil	17
2.1.1	Materiais da construção civil.....	18
2.1.2	Edificação	21
2.1.3	Sistemas construtivos.....	23
2.2	Fundações.....	25
2.2.1	Fundações diretas ou superficiais ou rasas	26
2.2.1.1	Sapatas	26
2.2.1.2	Bloco.....	27
2.2.1.3	Radier	28
2.2.1.4	Sapata Associada	29
2.2.1.5	Sapata Corrida.....	29
2.2.1.6	Grelha	30
2.2.1.7	Viga de fundação / Viga Baldrame	30
2.2.2	Fundações profundas ou indiretas	31
2.2.2.1	Estacas	32
2.2.2.2	Tubulões	33
2.2.2.3	Caixões.....	34
2.2.3	Elementos necessário na escolha da fundação	34

2.3	Estudo Geotécnico	35
2.3.1	Presença de água no solo	37
2.4	Patologias.....	40
2.4.1	Patologias causadas pela umidade	41
2.5	Impermeabilização	43
2.5.1	Classificação das impermeabilizações	44
2.5.2	Aplicação da impermeabilização.....	45
2.5.3	Impermeabilização de fundações	46
3	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	49
3.1	Tipo de Pesquisa.....	49
3.2	Natureza da Pesquisa	49
3.3	Pesquisa Quanto Aos Fins	50
3.4	Pesquisa Quanto Aos Meios.....	51
3.5	Universo e Amostra	52
3.6	Coleta e Análise de Dados	52
3.7	Limitações	54
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	55
4.1	Patologias Geradas Pela Falta de Impermeabilização nas Fundações.....	55
4.1.1	Manchas na parede, mofo e bolor	57
4.1.2	Eflorescências e criptoeflorescência.....	59
4.1.3	Carbonatação	60
4.1.4	Lixiviação.....	61
4.1.5	Corrosão e oxidação.....	62
4.1.6	Degradação e Deterioração.....	63
4.2	Benefícios da Utilização da Impermeabilização	63
4.2.1	Proteção da construção contra a passagem de fluidos.....	65
4.2.2	Aumento da vida útil da edificação e durabilidade de seus componentes....	66
4.2.3	Requisitos de salubridade.....	73
4.3	Práticas Adotadas e Tipos de Materiais Utilizado na Impermeabilização.....	73
4.3.1	Impermeabilização em vigas baldrame.....	74

4.3.1.1 Materiais utilizados na impermeabilização da viga baldrame	74
4.3.1.2 Método utilizado no processo de impermeabilização da viga baldrame	76
5 CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS	81

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das áreas que mais cresceu ao longo do tempo e vem se expandindo em decorrência do desenvolvimento populacional, atrelado ao avanço tecnológico. O crescimento muito acelerado da construção civil provocou a necessidade de inovações, trazendo também, a aceitação de certos riscos, que demandam um maior conhecimento sobre estruturas e materiais. Embora novas tecnologias tenham surgido no mercado e novos materiais desenvolvidos para a construção civil, as edificações estão apresentando cada vez mais manifestações patológicas das mais diversificadas.

A fundação é um elemento fundamental na construção civil, é ela que fica exposta a todo tipo de carga, esforços, umidade etc. Ao longo tempo foram criadas várias tecnologias, a fim de dimensionar e torna essa estrutura mais forte e duradora, a umidade sempre foi um empecilho para as habitações dos homens, esse problema vem deste da antiguidade de permanecer até hoje. Com o passar do tempo, foi-se desenvolvendo técnicas capazes de conter tal fator e impedir seus impactos nas construções.

Os surgimentos de patologias podem ocorrer das mais diversificadas formas e em diversos elementos que integra uma edificação. As fundações são componentes estruturais responsáveis por conduzir as cargas das edificações para o solo, e quando mal executadas refletem em outros componentes, como por exemplo nas alvenarias em formas de fissuras, rachaduras e outros danos. Esses problemas podem surgir pela negligência nas etapas de caracterização do desempenho e investigação do solo, na análise e projeto das fundações, na execução das fundações e na falta da impermeabilização acarreta antes do processo da construção.

A impermeabilização é uma técnica utilizada na construção civil que envolve a aplicação de produtos especiais, com o propósito de proteger as superfícies de diversos elementos de uma construção civil, contra a passagem de fluidos para esses componentes. Ela funciona como uma barreira física para impedir a proliferação da umidade e infiltrações.

Assim exposto, o objetivo geral deste trabalho será apresentar a importância da impermeabilização das fundações na construção civil, para isso, será debatido sobre as patologias associadas à falta ou falha na utilização desse sistema e descrever o processo de impermeabilização, e suas diferenças e aplicações, tentando impulsionar e estimular, sobre a utilização de impermeabilizantes na construção civil. A análise contida neste trabalho se faz por meio de uma metodologia fundamentada no estudo bibliográficos, de artigos, livros e revistas.

1.1 Contexto

Segundo Cánovas (1988), as causas mais frequentes de problemas patológicos nas fundações são: excesso de carga, movimentação do solo, ações de natureza química, erros de projeto e/ou execução, alterações das características do solo, instabilidade e problemas de deterioração devido à ação da umidade.

A umidade nas edificações representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos dentro da construção civil, e como as fundações são os componentes da edificação que é responsável pela transferência das cargas para o solo, fica mais difícil de corrigir esses problemas após a sua construção. De tal maneira que a importância da impermeabilização desses elementos na fase inicial é muito importante, bem como o estudo do solo.

Segundo dados levantados por setores ligados a construção civil, a água é uma das principais causadoras pelas patologias encontradas na construção civil, hoje no mercado da construção civil há uma preocupação cada vez maior com a qualidade e desempenho dos serviços apresentados, diversos sistemas e técnicas vêm sendo desenvolvidos, para que as manifestações patológicas e as deteriorações dos elementos da construção, ocasionadas pela água sejam evitadas.

1.2 Problema de Pesquisa

Qual é a importância da impermeabilização das fundações de uma edificação, de forma a evitar o surgimento de patologias e melhorar sua eficiência, desempenho e durabilidade?

1.3 Objetivos Geral

Demonstrar a importância de se impermeabilizar as fundações, de modo a evitar o aparecimento de patologias das mais variadas, que podem ir de compartimentação de revestimentos internos a danos estruturais mais severos.

1.4 Objetivos Específicos

- a) Identificar e as patologias geradas pela falta de impermeabilização nas fundações;
- b) Apresentar os benefícios da utilização do produto de impermeabilização;
- c) Levantar as práticas adotadas e os tipos de materiais utilizados nos processos de impermeabilização.

1.5 Justificativa

Devido ao crescimento acelerado da construção civil as edificações estão apresentando cada vez mais patologias, sendo uma das principais a presença de umidade na edificação. A umidade nas edificações representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos depois de sua construção, principalmente se a entrada da umidade for oriunda das fundações. As fundações são os elementos estruturais que tem a função de transferir as cargas da estrutura para a camada mais resistente do solo ficando em contato com a umidade local a todo tempo.

Sanar problemas de patologias em fundação após a edificação construída tem se mostrado muito difícil, pois em alguns casos chegar até o local do problema pode torna-se impossível. O surgimento de problemas ocasionado pela falta de

impermeabilização tem apresentado, aos proprietários de imóveis e as construtoras algumas dores de cabeça já que para sanar alguns problemas na edificação além de transtornos há gastos elevados.

Visando na necessidade de se evitar a ocorrência de manifestações patológicas nas fundações, que acabam por diminuir a vida útil da edificação e desempenho das mesmas, além de gerar um acréscimo de custo para recuperação e reforço das estruturas afetadas. Tornando-se muito importante a impermeabilização das fundações, como a escolha do tipo de projeto e da correta aplicação do mesmo.

A pesquisa será exploratória e contribuirá para o real entendimento do assunto como alunos de graduação da Engenharia Civil e profissionais futuro na área de construção civil, apresentado a importância do uso da impermeabilização e seus benefícios, com base em livros, artigos, palestras, sites, revistas que expõem o tema.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Construção Civil

Segundo a Receita Federal, Instrução normativa nº 1845 de 22 de novembro de 2018 (BRASIL, 2018), artigo segundo do capítulo I, Art. 2º, construção civil é conceituada como: “Considera-se obra de construção civil, a construção, a demolição, a reforma, a ampliação de edificação ou qualquer outra benfeitoria agregada ao solo ou ao subsolo.”

O Ministério da Educação (2000), fala que a construção civil é o termo que engloba a confecção de obras como edifícios, pontes, barragens, fundações de máquinas, estradas, aeroportos, obras de saneamento, de fundações e de terra em geral, e de e outras infraestruturas, estão incluídas nesta área as atividades referentes às funções planejamento e projeto, execução e manutenção e restauração de obras em diferentes segmentos, onde participam arquitetos e engenheiros civis em colaboração com técnicos de outras disciplinas.

A Indústria da Construção Civil é composta por uma variada cadeia produtiva que envolve setores industriais diversos, tais como: mineração, siderurgia do aço, metalurgia do alumínio e do cobre, vidro, cerâmica, madeira, plásticos, equipamentos elétricos e mecânicos, fios e cabos e diversos prestadores de serviços, como escritórios de projetos arquitetônicos, serviços de engenharia, empreiteiros etc. (AMORIM, 1995; MELLO, 2007).

Segundo a FIESP DECONCIC (2008) a Indústria da Construção Civil pode ser classificados como os subsetores a seguir:

- a) Subsetor de Materiais de Construção;
- b) Subsetor de Edificações;
- c) Subsetor de Construção Pesada.

2.1.1 Materiais da construção civil

Segundo Caiado (2014), materiais são substâncias cujas propriedades podem ser utilizadas direta ou indiretamente para inúmeros fins. Metais, cerâmicas, polímeros, semicondutores, vidros, fibras, madeira, areia, pedra e vários outros compósitos podem ser citados.

Os materiais de construção civil têm inúmeras classificações, porém, tradicionalmente, uma das mais importantes para o engenheiro é a que divide os materiais sólidos em metais, polímeros e cerâmicos, com base na composição química e na estrutura atômica, Pinheiro e Crivelar (2020) também identifica que os materiais são separados por sua classificação, na Figura 01, é detalhado a classificação dos materiais.

Figura 01 - Classificação dos materiais



Fonte: Pinheiro, Crivelar (2000)

Na Figura 01, é detalhado a classificação dos materiais, Segundo Bauer (2019) e Pinheiro, Crivelar, (2000), os materiais da construção civil são divididos de acordo com à origem ou à obtenção do material, quanto à função do material na construção civil, quanto à composição do material, quanto à estrutura interna do material e a Classificação quanto à composição química do material.

Classificação quanto a sua origem e obtenção do material

Quanto a origem e obtenção dos materiais eles são separados como naturais, que estão disponíveis na natureza, como madeiras, areais, pedras, e os artificiais que são produzidos em processos industrializados, como os aços, tijolos, e os plásticos, e os Combinados que são os elementos que quando combinados materiais naturais e artificiais se resultam em materiais combinados, como o concreto armado, argamassa, etc. (BAUER, 2019)

Classificação quanto à função do material na construção civil

São divididos em materiais com função estrutural, função de vedação, função de proteção para outros materiais, (Pinheiro; Crivelar, (2000):

- a)Materiais com função estrutural: têm características mecânicas elevadas para compor elementos estruturais. Como o aço, o alumínio, a madeira e o concreto armado, na forma de elementos estruturais;
- b)Materiais com função de vedação de ambientes: são materiais que não têm função resistente como os elementos estruturais, mas compõem painéis de vedação, como as paredes, temos a argila, a madeira e o vidro, com baixa resistência estrutural;
- c)Materiais com função de proteção para outros materiais: são utilizados com a função de proteger outros materiais de agentes nocivos, são eles os impermeabilizantes como os betumes, as tintas e os vernizes.

Classificação quanto à composição do material

São separados como simples ou básicos e compostos ou produzidos. Materiais Simples ou Básicos, são utilizados sem composição com outros materiais, exemplos os blocos cerâmicos, as telhas e as placas de vidro, já os materiais Compostos ou Produzidos, são utilizados por meio da combinação com outros materiais, como as argamassas, o concreto armado e as ligas de metais. (Pinheiro; Crivelar, (2000)

Classificação do material e acordo com à estrutura interna do material

São os materiais como agregado complexo (concreto), as estruturas cristalinas (metais), estruturas fibrosas (amianto), materiais fibrosos com as estruturas complexas (madeira), estruturas lamelares (argila) e as estrutura vítrea (vidro). (Pinheiro; Crivelar, (2000).

Classificação quanto à composição química do material

São divididas em materiais orgânicos e os materiais minerais). (Pinheiro; Crivelar, (2000).:

a)Materiais Orgânicos:

Betuminosos: naturais (asfaltos) ou artificiais (alcatrões);

Lenhosos: primitivos (madeiras) ou derivados (papéis);

Mistos: constituição química mais complexa (pinturas);

Têxteis: fibrosos (tecidos) ou plásticos (fórmicas).

b)Materiais minerais:

Metálicos: metais (cobre), produtos siderúrgicos (aços) ou mistos (ligas não ferrosas);

Pétreos: naturais (pedras) ou artificiais (argila expandida).

“Em nossa realidade atual, a evolução da tecnologia dos materiais caminha a passos mais largos.” (Pinheiro, Crivelar, 2000). A tecnologia vem avançando com rapidez, utilizando materiais de melhor padrão e menor custo, os materiais, atualmente, podem ser simples ou compostos; podem ser obtidos diretamente da natureza ou elaborados industrialmente. Da qualidade dos materiais empregados irá depender a solidez, a durabilidade, o custo e o acabamento da obra, melhores materiais possibilitavam melhores resultados e melhores técnicas, e estas, por sua vez, demandam materiais cada vez melhor (BAUER 2019).

Os materiais de construção civil são responsáveis por grande parte do custo e pelo desempenho de uma obra. Engenheiros e arquitetos devem basear-se em dados

técnicos para comprar seu material de construção, dados que comprovem sua solidez, sua durabilidade, seu custo, o acabamento e a beleza que o material dará à edificação (CAIADO, 2014),

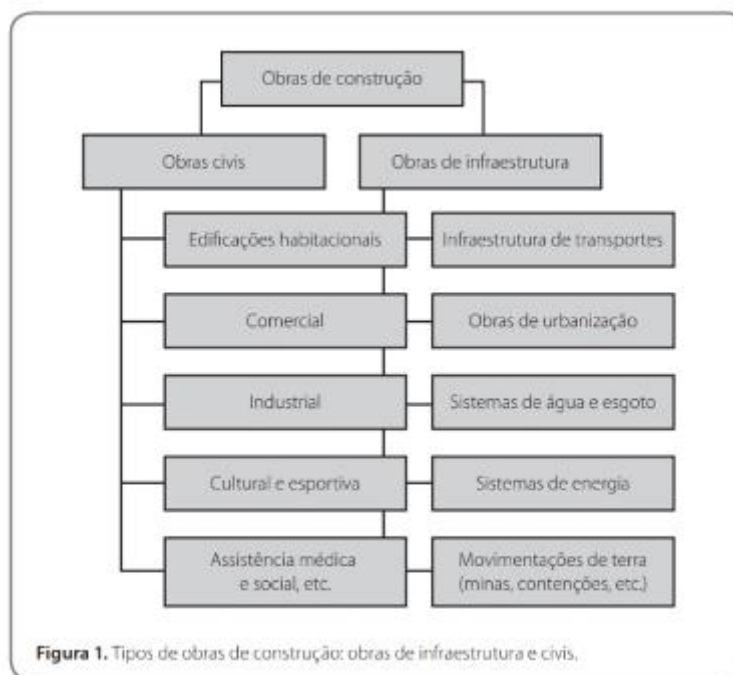
2.1.2 Edificação

Edificação, é a ação de construir ou de edificar alguma coisa, exemplo obra construída, casa, edifício, prédio e está ligada diretamente a edificação civil, que identifica como a construção de infraestruturas para utilização de alguns elementos da sociedade (MICHAELIS 2021). Para Castilho (2014), edificação é tudo que o homem faça sobre o solo para guardar e proteger, seja pessoas ou não, sejam espaços cobertos ou não, tendo ela como finalidade residencial, comercial, industrial, etc.

O conceito de edificação está relacionado com a construção civil, significando as técnicas usadas para a construção de edifícios, sejam eles direcionados para habitação ou comércio, essas técnicas mudam conforme o tipo de edifício que está sendo construído, ela indica a construção de infraestrutura para a utilização de alguns elementos da sociedade, como por exemplo, um edifício, uma casa, uma ponte, um tunel, um palácio etc. (MICHAELIS 2021).

Segundo Cunha et al., as obras civis constituem como construção de casa, prédios e habitações em geral e as obras ou projetos de infraestruturas envolvem elementos como rodovias, barragens, sistemas de transmissão de energia, tratamento de esgotos, enfim, os serviços necessários para que uma cidade ofereça todas as suas funcionalidades e uma boa qualidade de vida para os cidadãos, vejamos na figura 02 a classificação dessas obras de acordo com a sua função.

Figura 02 – Tipos de obras de construção: obras de infraestruturas e civis



Fonte: Cunha et al. (2017, pg. 14)

Para qualquer edificação, existem fatores importantes no processo de projeto dessa edificação, e devem ser levados em consideração, são eles o desenvolvimento da forma da edificação, a escolha das fundações, a estrutura e serviços mecânicos, elétricos e de comunicações. Os projetistas de uma edificação, arquitetos e engenheiros trabalham constantemente a partir de um conhecimento sobre o que é possível e o que não é.

Eles são capazes, de empregar uma gama aparentemente ilimitada de materiais de construção e de qualquer um de muitos tipos de sistemas estruturais, para produzir uma edificação, para isso deve ser levado em consideração as tecnologias e os métodos construtivos disponíveis, levando em consideração a utilização das edificações, a economia na construção, as normas e os arranjos contratuais e práticos sob os quais os edifícios são construídos. (ALLEN; IANO, 2013)

As edificações são compostas por sistemas construtivos que atuam em conjunto, garantindo segurança e funcionalidade para seus ocupantes. O projetista deve ser capaz de escolher o sistema construtivo adequado, de acordo com inúmeros aspectos, considerando sempre a questão da sustentabilidade no cotidiano da construção civil (ABITANTE, ET. AL. – 2017, p.13.)

2.1.3 Sistemas construtivos

Segundo Abitante, et al. (2017), as obras de engenharia civil podem ser idealizadas nas mais diversas concepções e executadas com diferentes tipos de materiais e técnicas, o produto final da construção civil, ou seja, a edificação, é considerado um sistema construtivo. Conforme Souza, Barros e Malhado (1995), para entender melhor o conceito de sistema construtivo, é necessário conhecer a definição de técnica, método e processo construtivo.

Técnica construtiva consiste no conjunto de práticas, ferramentas e equipamentos utilizados ao longo da execução de um serviço de construção civil. Como exemplo, podemos citar o tipo de desempenadeira necessária para fazer um serviço de acabamento ou o tipo de fôrma utilizada na execução de estruturas de concreto. (ABITANTE, ET. AL. – 2017, p.14)

Método construtivo, consiste num conjunto de técnicas Construtivas necessárias para a execução de determinado serviço. Para executar uma parede de alvenaria, por exemplo, é necessária aplicar técnicas construtivas como marcação da parede, forma de aplicação da argamassa, forma de assentamento do tijolo, alinhamento e prumo. Portanto, o método construtivo constitui-se de uma metodologia necessária para a execução de um serviço. Essas metodologias são apresentadas, por exemplo, em forma de normas técnicas da ABNT (ABITANTE, ET. AL. – 2017, p.14)

O processo construtivo, segundo Abitante, et. al (2017), é considerado como o conjunto de métodos construtivos necessários para a execução de um edifício ou parte dele, ele pode ser definido como o conjunto dos processos construtivos necessários para a execução da edificação como um todo, exemplo um edifício de alvenaria estrutural é formado pela estrutura, pelas instalações prediais, pela cobertura, pelas fundações e pelo revestimento. Cada um desses itens exige um conjunto de processos construtivos para ser executado, sendo o produto final toda a edificação de alvenaria estrutural, essa edificação consiste no sistema construtivo principal, sendo essa subdivida em Subsistemas construtivo, conforme Figura 03 abaixo:

Figura 03 - Subsistemas construtivo

Fonte: Abitante, et. al – 2017

Ainda segundo Abitante, et. al (2017), os subsistemas informados na Figura 02, quatro deles se destacam, pois exigem a aplicação de diferentes processos, fazendo com que exerçam uma grande relevância dentro do sistema construtivo principal, conforme apresentado a seguir:

a) Subsistema de cobertura: a cobertura é a estrutura responsável por proteger a edificação das ações ambientais, ela também condiciona a escolha dos demais subsistemas, e contribui para o aspecto arquitetônico e conforto térmico da edificação.

b) Subsistema de vedações e divisórias: são responsáveis pela proteção da edificação frente à ação dos agentes externos. Exemplo, as divisórias que permitem a flexibilidade e a delimitação do espaço interno da edificação.

c) Subsistema de instalações: O subsistema de instalações é responsável pela complexidade característica da construção e pelo funcionamento adequado da edificação, nesses subsistemas temos o abastecimento de água, o sistema de coleta de esgoto, o sistema de

abastecimento de gás, os sistemas de proteção e combate a incêndio e as instalações elétricas e de telefonia.

d) Subsistema estrutural: É considerado o mais importante, pois a sua definição estabelece a escolha dos demais subsistemas, ele é dividido em superestrutura e a infraestrutura. A superestrutura refere à parte superior da estrutura do edifício, responsável por suportar e transmitir as cargas dos pavimentos para as fundações e a infraestrutura e à parte inferior da estrutura, ou seja, às fundações, sendo responsável por transmitir ao terreno as cargas provenientes do edifício.

2.2 Fundações

Segundo norma NBR 6122 – ABNT, (2019), as fundações são elementos estruturais cuja seu principal propósito é conduzir as cargas provenientes da estrutura de uma edificação ao terreno. Para este fim, as fundações necessitam possuir resistência adequada para que possa suportar todas as tensões atuantes na mesma.

Azeredo (1997), fala que as fundações de um edifício são elementos estruturais com a finalidade de transmitir ao terreno as cargas provenientes da estrutura, carregamento próprio e sobrecarga que nela existir, as cargas transmitidas ao terreno podem ser:

- a) peso próprio da estrutura, ou seja, da edificação como um todo;
- b) sobrecargas devido às cargas móveis, como pessoas, mobília, veículos, entre outras;
- c) sobrecargas acidentais, como vento, incêndios, explosões, enchentes, entre outras.

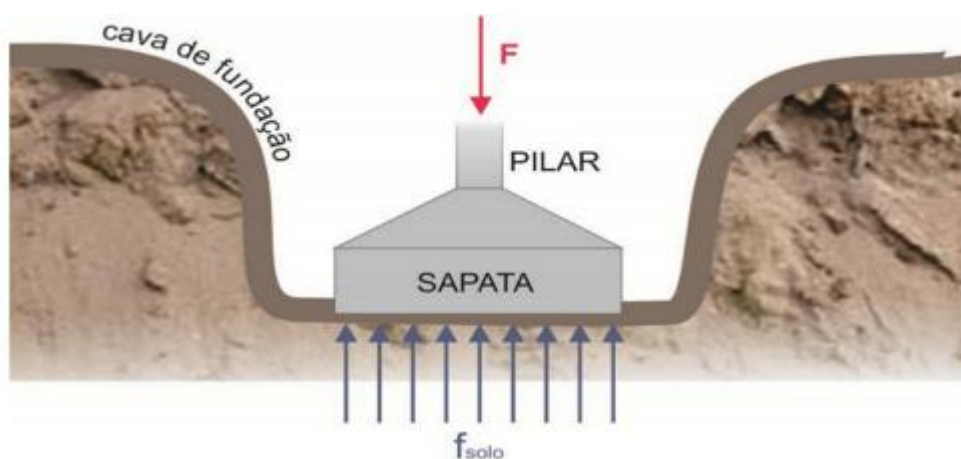
De acordo com Albuquerque e Garcia (2020), fundação é um sistema formado pelo terreno e pelo elemento estrutural de fundação e que transmite a carga ao terreno pela base ou fuste, ou combinações das duas. Pode se concluir que as fundações são os elementos principais em uma obra, são elas as responsáveis pelo transporte

das cargas de todo os elementos, ela engloba todo o elemento estrutural, incluindo toda alvenaria, cargas moveis e imóveis, prevista para a edificação. Ainda de acordo com a NBR 6122 – ABNT, (2019) essas fundações são divididas em duas categorias, fundações diretas ou superficiais e as fundações profundas ou indiretas.

2.2.1 Fundações diretas ou superficiais ou rasas

As fundações diretas, também conhecidas como fundações Rasas ou Superficiais, são fundação em que a carga é transmitida ao terreno pelas tensões distribuídas sobre a base da fundação, e a sua profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente à fundação, é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação NBR 6122 - ABNT, (2019), vejamos na Figura 04, um exemplo de tipo de fundação direta, na Figura é possível a localização da força aplicada.

Figura 04 - Exemplo de tipo de fundação superficial ou diretas ou rasa



Fonte: Barros (2011)

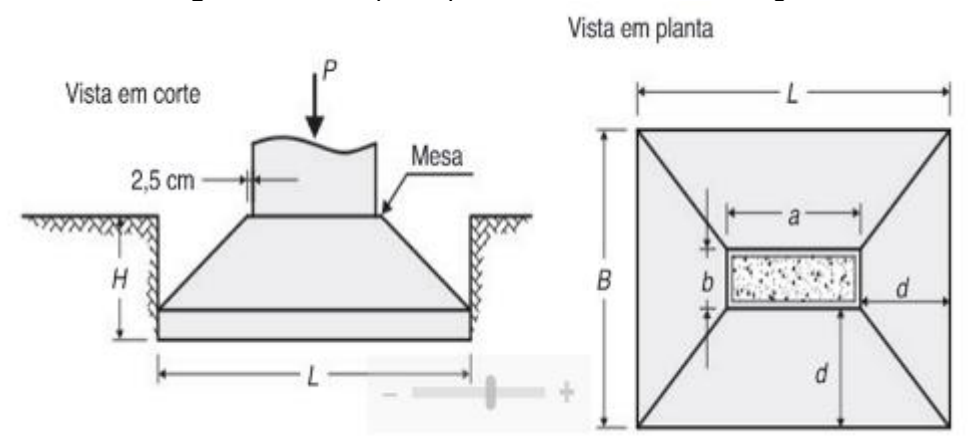
Segundo Veloso e Lopes (2004), os tipos de fundação superficiais, são divididos em: sapata, bloco, radier, sapata associada, sapata corrida, viga de fundação e grelha.

2.2.1.1 Sapatas

Elemento de fundação superficial, e concreto armado, dimensionado de modo que as tensões de tração nele resultantes sejam resistidas pelo emprego de armadura especialmente disposta para esse fim NBR 6122 – ABNT, (2019). Segundo

Albuquerque e Garcia (2020), as sapatas podem ser rígidas ou flexíveis, para torná-la rígida basta aplicar a armadura mínima, e elas podem ser subdivididas em sapatas circulares, quadradas, retangulares e corridas, na Figura 05, é apresentado é um exemplo de sapata retangular.

Figura 05 - Exemplo sapata isolada de forma retangular



Fonte: Albuquerque e Garcia (2020)

P - Força aplicada

H - Profundidade do assentamento em relação ao terreno

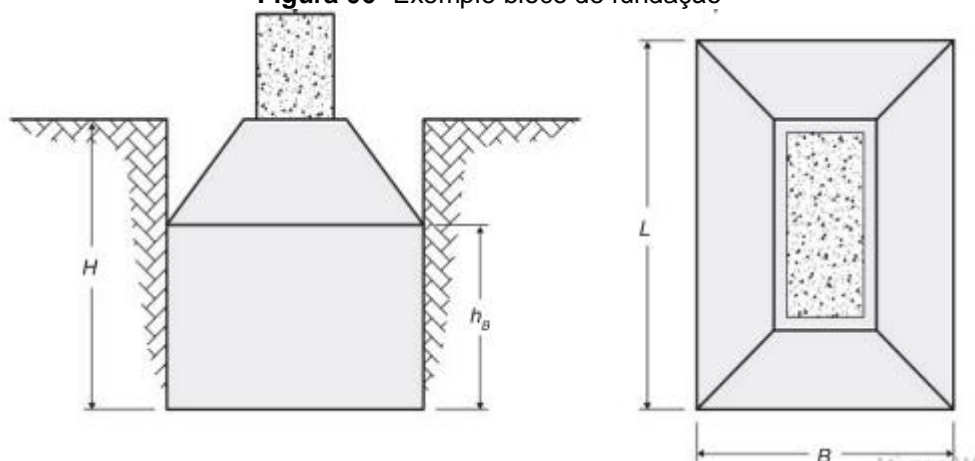
B – Menor dimensão da Fundação

L – Maior dimensão da Fundação

a e b - São as dimensões do pilar

2.2.1.2 Bloco

Elemento de fundação superficial, e concreto, dimensionado de modo que as tensões de tração nele resultantes sejam resistidas pelo concreto sem necessidade de armadura, NBR 6122 - ABNT, (2019), na Figura 06, pode se verificar sua similaridade com a sapata:

Figura 06- Exemplo bloco de fundação

Fonte: Albuquerque e Garcia (2020)

P - Força aplicada

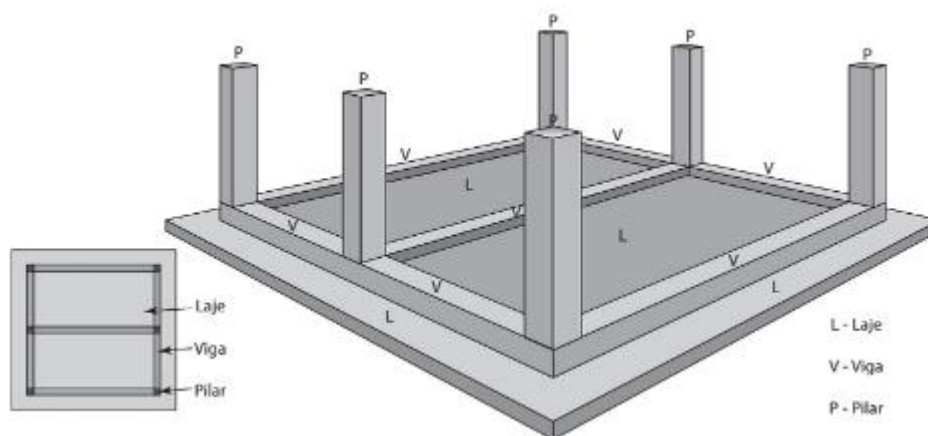
H - Profundidade do assentamento em relação ao terreno

B – Menor dimensão da Fundação

L – Maior dimensão da Fundação

2.2.1.3 Radier

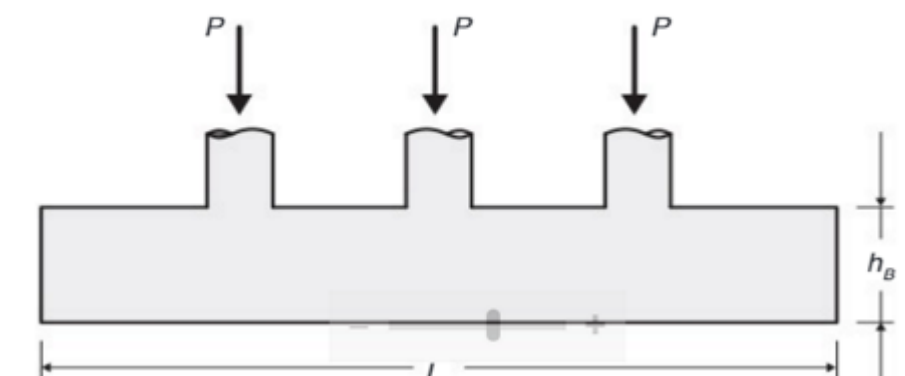
Elemento de fundação superficial que abrange parte ou todos os pilares de uma estrutura, distribuindo os carregamentos, NBR 6122 – ABNT, (2019), vejamos abaixo nas Figuras 07 e 08 detalhes sobre essa fundação.

Figura 07 - Exemplo fundação raier, perfil

Fonte: Botelho (2015)

Figura 08 - Exemplo fundação radier, perfil

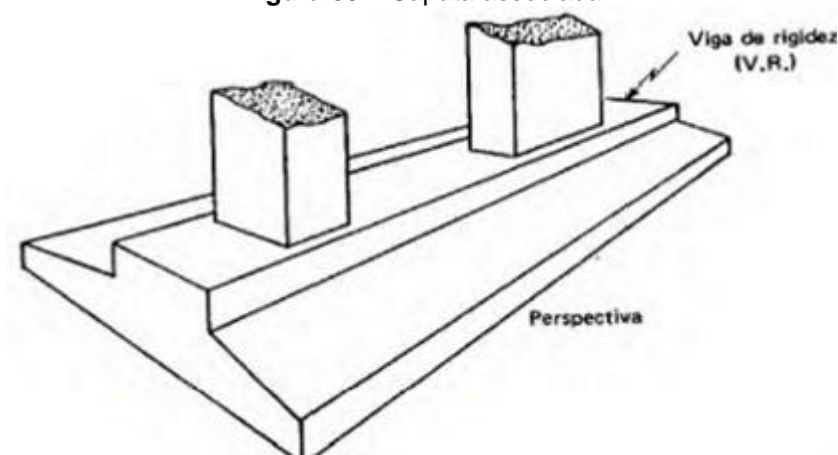
Vista em corte



Fonte: Albuquerque e Garcia (2020)

2.2.1.4 Sapata Associada

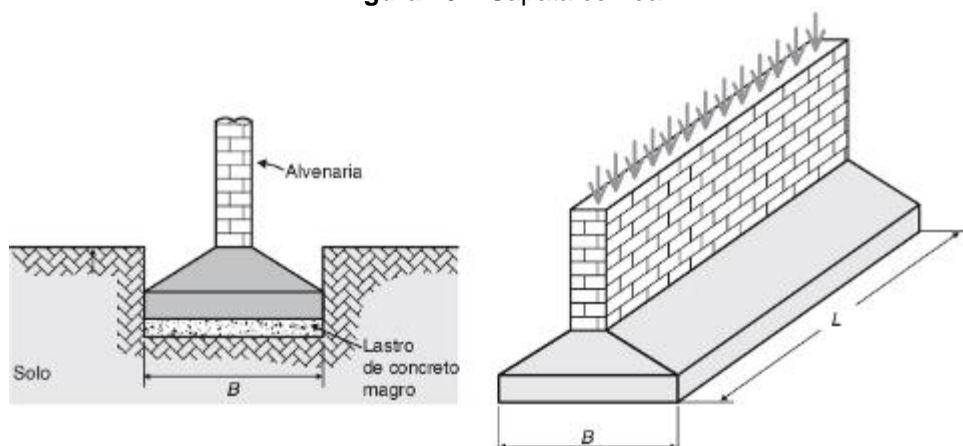
Sapata comum a mais de um pilar, NBR 6122 - ABNT, (2019), vejamos na Figura 09 um exemplo de uma sapata associada:

Figura 09 – Sapata associada

Fonte: Eddy (2012)

2.2.1.5 Sapata Corrida

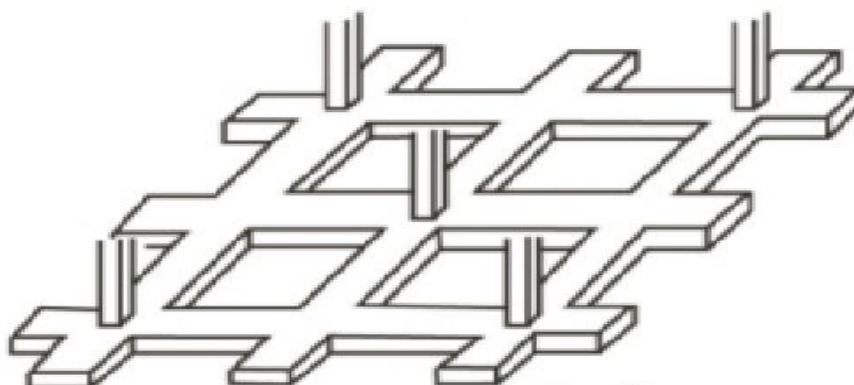
Sapata sujeita a ação de uma carga distribuída linearmente ou de pilares ao longo de um mesmo alinhamento, NBR 6122 - ABNT, (2019), mais detalhes desta fundação na Figura 10.

Figura 10 – Sapata corrida

Fonte: Albuquerque; Garcia (2020)

2.2.1.6 Grelha

Elemento de fundação constituído por um conjunto de vigas que se cruzam nos pilares. (VELOSO E LOPES, 2004). Na Figura 11, pode-se ver os detalhes deste tipo de fundação.

Figura 11 – Grelha

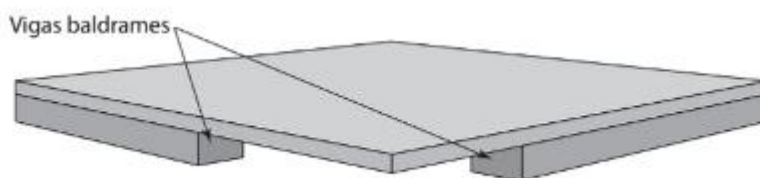
Fonte: Velloso e Lopes (2004)

2.2.1.7 Viga de fundação / Viga Baldrame

A Viga de fundação, também conhecida como Viga Baldrame e o elemento de fundação superficial comum a vários pilares, cujos centros, em plantam estão situados num mesmo alinhamento. (VELOSO E LOPES, 2004). Segundo Botelho

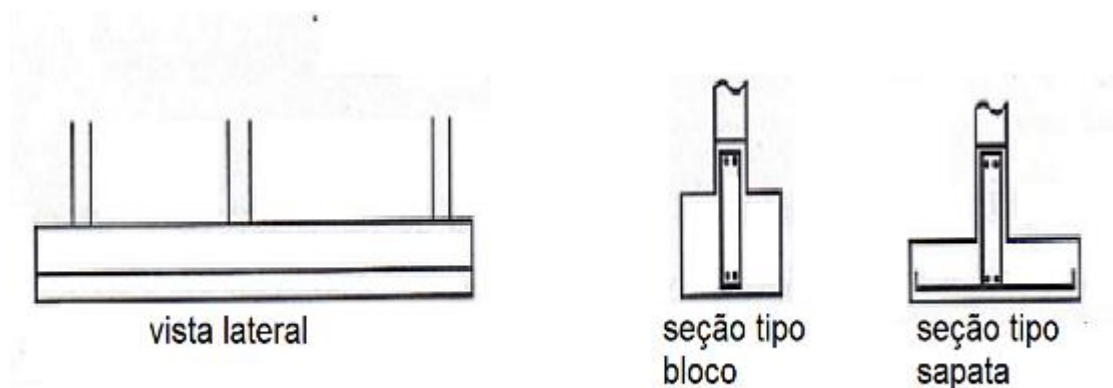
(2015) essa é a viga que corre por baixo de toda a alvenaria do andar mais baixo de uma edificação, ela é a responsável por transferir as cargas das alvenarias para outras fundações, na Figura 12, pode-se ver mais detalhado seu esquema. Essas vigas podem ser compostas por seção do tipo bloco, ou por seção tipo sapata, conforme é detalhado nas Figuras 13.

Figura 12 – Viga de Fundação



Fonte: Botelho (2015)

Figura 13 – Viga de Fundação



Fonte: Velloso e Lopes (2004)

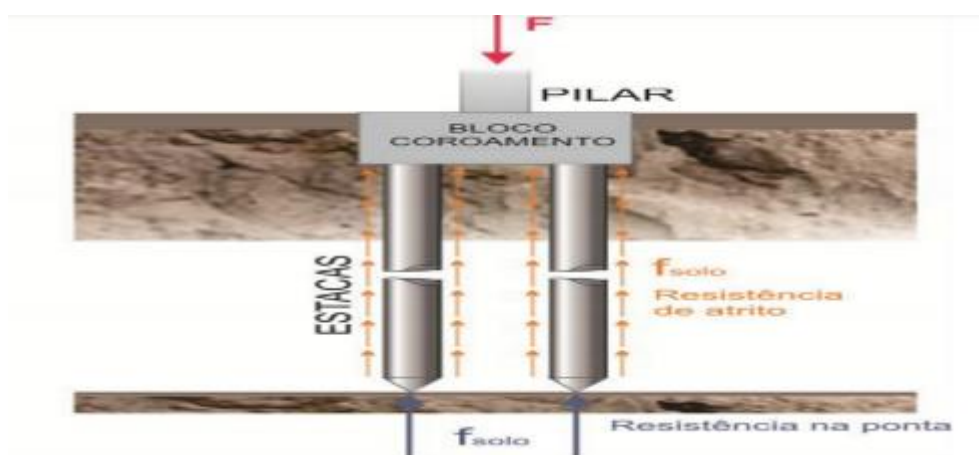
2.2.2 Fundações profundas ou indiretas

As fundações Profundas, também conhecidas como Fundações indiretas, são fundações que transmitem a carga da estrutura para o terreno tanto pela base, conhecida como resistência de ponta, quanto pela superfície lateral do elemento que é denominada de resistência de fuste ou atrito lateral, ou por uma combinação das

duas, devendo sua ponta ou base estar situado em uma profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, com no mínimo 3 metros de profundidade. NBR 6122 ABNT, (2019). A norma também identifica como tipos de fundações profundas, as Estacas e os Tubulões.

Na Figura 14, um exemplo de tipo de fundação profunda, onde é possível ver no desenho as tensões de ponta e as de atrito lateral na peça.

Figura 14 - Exemplo de tipo de fundação profundas ou indiretas.



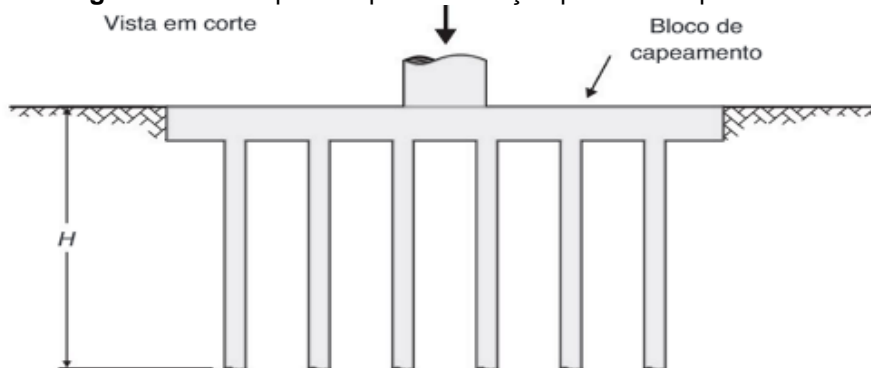
Fonte: Barros (2011)

Para Velloso e Lopes (2004) as fundações profundas são divididas em três grupos, as estacas, os tubulões e os caixões, essas fundações estão assentadas a uma profundidade maior que duas vezes a sua menor dimensão em planta com uma profundidade mínima de 3 metros.

2.2.2.1 Estacas

Segundo NBR 6122 - ABNT, (2019), as estacas são elementos executado inteiramente por equipamentos ou ferramentas, sem que, em qualquer fase de sua execução, haja descida de pessoas. Os materiais empregados podem ser: madeira, aço, concreto pré-moldado, concreto moldado in loco ou pela combinação dos anteriores. Já para Albuquerque e Garcia (2020) estacas são definidas como elementos esbeltos, caracterizado pelo elevado comprimento e pequena seção transversal relativa ao seu diâmetro, conforme podemos constatar na Figura 15.

Figura 15 - Exemplo de tipo de fundação profundas tipo Estaca



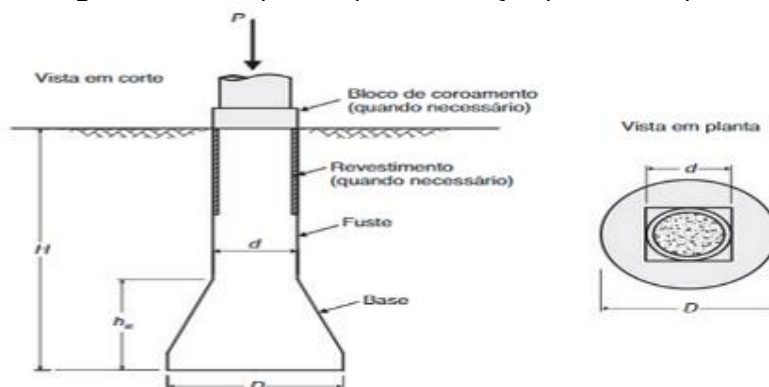
Fonte: Albuquerque e Garcia (2020)

H = Altura da ponta da estaca ao nível do terreno, sendo $H \geq 3$

2.2.2.2 Tubulões

Albuquerque e Garcia (2020) e a NBR 6122 – ABNT, (2019), os tubulões são elementos de fundação profunda, construído por meio de escavação mecânica ou manual de um poço circular, dotado de base alargada e posteriormente concreto. O que se difere das estacas é sua base alargada, e devido essa base alargada no final da etapa, há descidas de pessoas para essa execução, nesses tipos e fundação as cargas são transmitidas principalmente pela ponta. Detalhes da fundação tipo tubulão estão identificados na Figura 16 a seguir.

Figura 16 - Exemplo de tipo de fundação profundas tipo Tubulão



Fonte: Albuquerque e Garcia (2020)

d - Diâmetro do Fuste

D - Diâmetro Base

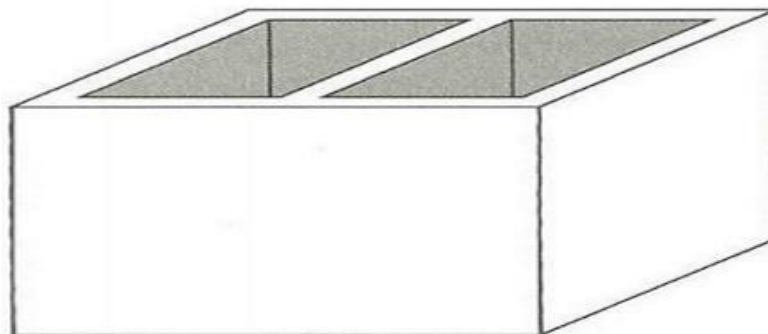
Hb - Altura Base

H - Altura da ponta da estaca ao nível do terreno, sendo $H \geq 3$

2.2.2.3 Caixões

Elemento de fundação profunda de forma prismática, concretado na superfície e instalado por escavação interna (VELLOSO E LOPES 2004). Na Figura 17 vejamos um exemplo desse tipo de fundação.

Figura 17 - Exemplo de tipo de fundação profundas tipo Caixão



Fonte: Velloso e Lopes (2004)

2.2.3 Elementos necessário na escolha da fundação

Para projetar e executar elementos de fundações, se demanda do profissional conhecimento de Cálculo Estrutural e Geotecnia (CAMPOS 2015). Segundo Velloso e Lopes (2004) são necessários os quatro itens a seguir para o desenvolvimento de um projeto de fundação:

- a) Topografia: que consiste na análise do levantamento topográfico (planialtimétrico) do local, e informações com dados de taludes e encostas no terreno, e possíveis cortes e aterros;
- b) Investigação Geotécnica: Nessa etapa se investiga através de estudo do subsolo em um processo chamado de ensaio de sondagem, nesse estudo se

identifica o tipo de solo, as variações nas camadas dos solos (como a localização do NA), resistência do solo, etc. Nessa etapa também são utilizados a mapas, fotos aéreas e satélites, levantamentos aerofotogramétricos para ajudar na composição do estudo geotécnico;

- c) Dados sobre as construções vizinhas: Nessa etapa procura-se identificar as construções vizinhas, seu número de pavimentos, tipo de estrutura e fundações e as cargas atuantes nelas, bem como seu desempenho, existência de subsolo e possíveis consequências de escavações e vibrações provocadas pela nova obra;
- d) Dados da estrutura a construir: são informação do tipo de uso da nova estrutura, sistema estrutural que será utilizado, sistema construtivo que será empregado e as cargas atuantes que as fundações irão receber.

Ainda Segundo Velloso e Lopes (2004), para a execução de um projeto de fundação, é necessário um conhecimento no campo do Cálculo Estrutural na análise estrutural e dimensionamento de estruturas de concreto armado, protendido, em aço e em madeira, enquanto que no domínio da Geotecnia são importantes os conhecimentos no estudo de Geologias de Engenharia e Mecânica dos Solos e das Rochas.

Portanto, ao analisar elementos de fundação em concreto, requer o entendimento prévio do comportamento das estruturas e suas aplicações, da direção das cargas atuantes até as fundações, dos esforços que os solicitam, das cargas (ações) atuantes vivas ou permanentes, das combinações dessas cargas e seus respectivos valores de cálculo e ainda da interação solo-estrutura. Para uma boa concepção de um projeto de fundações é essencial que se saiba as características do solo no terreno onde a estrutura será construída, e dependendo da qualidade do solo das primeiras camadas e da magnitude da estrutura, se faz necessário conhecer as características de camadas ainda mais profundas, através da Estudo Geotécnico.

2.3 Estudo Geotécnico

Aguiar (2012) informa que o principal objetivo da realização das investigações geotécnicas é a obtenção de dados relativos ao subsolo, em outras palavras, é a

apuração da disposição do solo, sua natureza e a espessura de suas camadas, utilizando suas características pertinentes de forma que ajude a solucionar o problema em questão, para um melhor planejamento e execução da obra no que se refere aos aspectos técnicos e econômicos. Uma investigação satisfatória e adequada do subsolo é de fundamental importância para o sucesso do empreendimento.

Os métodos de investigação geológica consistem em procedimentos que visam determinar as características principais do solo quanto aos parâmetros físicos, químicos e biológicos para dessa forma haja a possibilidade do seu uso e ocupação. O objetivo do estudo da crosta terrestre através de determinadas metodologias, é delimitar espacialmente os maciços rochosos, assim como determinar suas características e propriedades geomecânicas através de um conjunto de processos de investigação, com base no conhecimento das unidades geológicas assim como das investigações geológicas. Oliveira e Brito (OLIVEIRA E BRITO - 1998, p.163)

Segundo Aoki e Cintra (1996), o estudo da interação solo – estrutura exige uma visão integrada dos diferentes materiais que compõe um sistema, ou seja, sistemas estruturais mais sistemas geotécnicos (material solo), essa interação nada mais é do que a ligação entre a estrutura, as fundações e o solo.

Segundo Caputo (1988) o objetivo da Geotécnica é determinar com mais exatidão possível sob fundamentação científica a interação entre o terreno, a fundação, e a estrutura, demonstrado na Figura 18, de modo a prever e adotar medidas que evitem danos a estruturas, como recalques, ruptura do terreno e até mesmo o colapso da obra, sendo assim pode-se dizer que o estudo do solo procurar alcançar a estabilidade e o menor custo da obra, visando a proteção de obras vizinhas e a própria obra em questão, para o desenvolvimento e execução de projetos de fundação de estruturas, a necessidade de investigações geotécnicas é de extrema importância.

Figura 18 - Interação entre o terreno (solo) – fundação - estrutura



Fonte: Caputo (1988)

Ainda segundo Caputo (1988), deve ser considerando em um estudo geotécnico as características do terreno como:

- a) Natureza e propriedades dos solos;
- b) Sucessão e disposição das camadas do solo;
- c) Presença de Água e a Posição do nível d'água;
- d) Modelo estrutural adotado (tipo da estrutura, carregamentos e grau de rigidez).

Esses itens são de extrema importância no planejamento do projeto e na escolha do método de investigação. Pode-se afirmar que a escolha do tipo de fundação adequada depende de estudos das características do solo, da existência de lençóis freáticos, das edificações vizinhas, custos, dos esforços atuantes sobre a edificação, dos materiais disponíveis e elementos estruturais da fundação (CAPUTO, 1988).

2.3.1 Presença de água no solo

De acordo com a NBR 9575 (ABNT,2010), a água presente no solo pode se apresentar como água sob pressão negativa, que são aquelas, confinada ou não, que exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa (0,1 m.c.a), de forma inversa à impermeabilização e a água sob pressão positiva, é a água, confinada ou não, que exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa (0,1 m.c.a), de forma direta à impermeabilização.

A água e a umidade são elementos que quando em contato com os materiais da construção civil são capazes de gerar graves problemas na edificação, além de criar um ambiente úmido, frio e insalubre serve de propagador de outros ataques a edificação, (KLUPPEL E SANTANA 2015). A água se comporta como o maior agente degradante para edificações, a umidade e problemas relativos à água correspondem a 76% das patologias que acometem uma construção (FREITAS, 2014).

O comportamento de um solo depende da quantidade relativa de cada uma das três fases: sólidos, água e ar (PINTO, 2006). A presença de água nos solos pode ser ocasionado de várias maneiras são elas, as umidades provenientes das construções, das chuvas, trazida por capilaridade, vazamentos e condensação (KLUPPEL E SANTANA 2015). Na Tabela 01, seguem essas umidades detalhadas:

Tabela 01 – Origem da umidade nas construções

Origens	Presente na
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto; Confecção de argamassas; execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Coberturas (telhados); Paredes, Lajes de terraço
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade Resultante de vazamento de redes de água e esgotos	Paredes, telhados, pisos, terraços
Umidade de Condensação	Paredes, forros e pisos; Peças com pouca ventilação, banheiros, cozinha e garagens

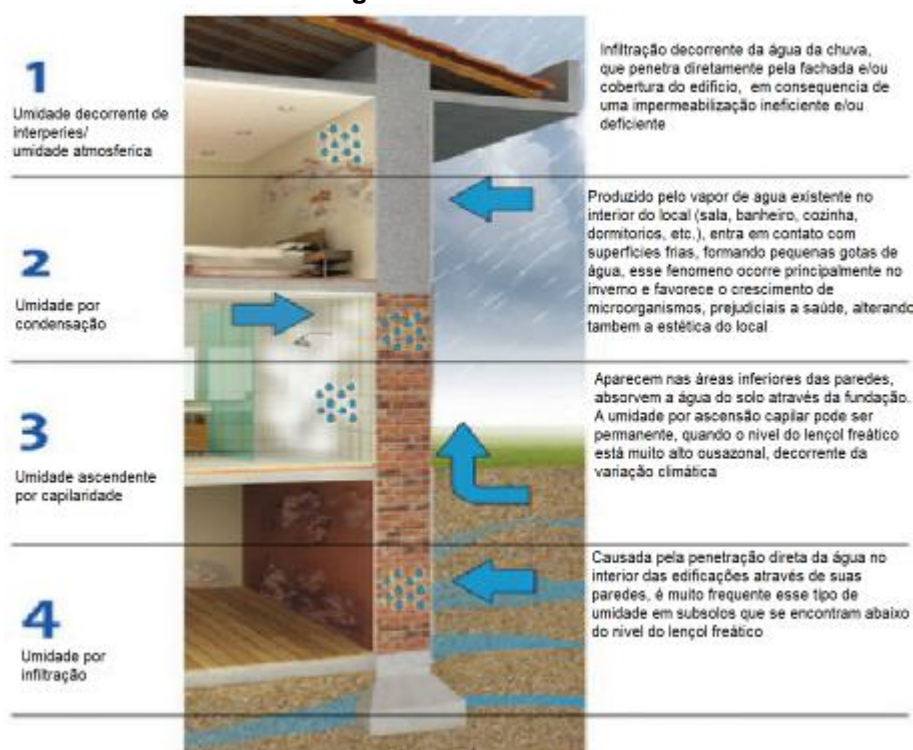
Fonte: Klein (1988) apud Revista de Ciências exatas e Tecnológicas das Faculdades Santos Agostinho, (2015)

Para Oliveira e Brito (1998), toda a água que ocorre em sobre e sob a superfície é importante na engenharia, pois sua presença causa efeitos nos processos do desempenho superficial e na estabilidade das obras, sendo componente chave no comportamento de toda a obra e seu meio físico. Segundo Souza e Ripper (2009), a ação da água nas edificações e a geradora das mais diferentes patologias, na Figura 19, estão identificadas as principais umidades e como são geradas.

Segundo o IBI Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2021) a umidade Ascendente, também conhecida como umidade de Absorção e capilaridade, é

caracterizada pela absorção de água dos solos úmidos pelas estruturas de fundação, bem como dos revestimentos aplicados no chão, por meio de canais capilares que migram até as paredes e pisos, resultando em manifestações patológicas nestes subsistemas.

Figura 19 - Umidades



Fonte: Quartzolit

Verçoza (1991), identifica a umidade não é apenas uma das causas de patologia, ela age também como um intermédio para que grande parte de outras patologias em construções aconteçam. A umidade é o fator primordial para o aparecimento de inflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais.

Segundo Verçoza (1991), a umidade nas construções pode manifestar-se de diversas formas e tem as seguintes origens: trazidas durante a construção, trazidas por capilaridade, trazidas por chuvas, condensação e resultante de vazamento em redes hidráulicas. Segundo a NBR 15575 - ABNT, (2013), a água é o principal agente de degradação de um amplo grupo de materiais de construção, estando presente no solo, na atmosfera, nos sistemas e procedimentos de higiene da edificação.

Segundo Thomas (2011), a umidade é uma patologia que afeta os materiais e os componentes de uma edificação de diversas maneiras, causando danos ao imóvel, como corsão, eflorescências, descolamentos, fissuras, diminuição da durabilidade, da capacidade de isolamento térmico, e da resistência mecânica, entre outros

Segundo a NBR 15575 - ABNT, (2013), a água é o principal agente de degradação de um amplo grupo de materiais de construção, estando presente no solo, na atmosfera, nos sistemas e procedimentos de higiene da edificação, ocasionado várias patologias.

2.4 Patologias

Patologia é a ciência que estuda a origem, os mecanismos, os sintomas e a natureza das doenças. O termo provém das palavras gregas pathos (sofrimento, doença) e logia (ciência, estudo), cujo significado é “estudo das doenças”. Assim, essa ciência pode ser compreendida como o estudo do desvio daquilo que é admitido como a condição normal ou esperada de algo, ou seja, uma anormalidade, que conflita com a integridade ou o comportamento habitual do elemento (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019, p.9).

Verçoza (1991) estabeleceu uma comparação entre a medicina e a engenharia, ele defende a ideia que “as edificações podem apresentar defeitos comparáveis a doenças: rachaduras, manchas, deslocamentos, deformações, rupturas, umidade, etc.”

Helene (1992), conceitua-se como Patologia a parte da Engenharia que examina os sintomas, o mecanismo, as origens e as causas das falhas das construções civis, em outras palavras, é o estudo de todos os componentes que constituem a identificação do problema. Segundo Heleno (1992) as patologias em uma edificação possuem várias causas, sendo uma delas a umidade.

Atualmente na construção civil são identificados como um dos maiores problemas de patologia nas edificações a presença de umidade no solo, isso ocorre quando as fundações não possuem um sistema de impermeabilização ou possui um sistema de impermeabilização frágil, ou aplicado incorretamente, é ela se encontra instalada diretamente ao solo. (THOMAZ RIPPER, 2009), na Tabela 02 estão descritas essas patologias, suas causas e efeito.

Tabela 02 – Principais patologias causadas pela infiltração

Patologias	Causa/Efeito - Infiltração
Goteiras, manchas emparedes e gessos	Devido à saturação de água
Mofo	Devido ao desenvolvimento de fungos, ocasionando o apodrecimento de madeiras e a desagregação de revestimentos.
Oxidação	Devido a Reação química que ocorre nos metais
Eflorescência (formação principalmente de manchas brancas)	Devido à formação de sais solúveis que se depositam na superfície dos materiais
Criptoflorescência (similar à eflorescência, porém há a formação de cristais no interior da parede ou estrutura)	Aumento do volume da parede ou estrutura, resulta na desagregação dos materiais
Condensação	Devido ao agrupamento de moléculas de água causando pelo resfriamento do ambiente
Ação de congelamentos (ocorre principalmente nos Estados do Sul do Brasil)	Congelamento da umidade nos poros dos materiais
Deterioração	Devido À presença constante de umidade sobre materiais ou estruturas

Fonte: Cunha et al. (2017, pg. 301)

As fundações são a alma de uma edificação, seja ela rasa, intermediária ou profunda, segundo a NBR 15575 - ABNT, (2013) e necessário que uma obra tenha uma vida útil de 50 anos, porém hoje o é cenário bastante diferente, onde é encontrado diversos diagnóstico de patologias causadas por infiltração e umidade.

2.4.1 Patologias causadas pela umidade

Para Verçosa (1991), as patologias como goteiras, manchas, mofo, apodrecimento, ferrugem, eflorescências, criptoflorescência e gelividade são os principais danos causados pela umidade em uma edificação na construção civil, e com um tempo esses danos causados pela água/umidade deterioram os materiais e a edificação, diminuindo seu tempo de vida, ou seja, a vida útil dessa edificação. A umidade em contato com a edificação é causadora das patologias a seguir:

- a) Oxidação: é quando a umidade e sais nela existente reagem quimicamente resultando no aumento do volume do aço estrutural,

causa degradação do concreto e com consequência o aumenta a exposição do aço;

- b) Eflorescências: e a presença ou acúmulo de sais na superfície dos materiais, pode ser causando por sais de cálcio, sódio, magnésio e ferro, com a presença da umidade dentro da estrutura a água o dissolve, transportando para as faces das edificações;
- c) Manchas esbranquiçadas: causadas pela presença do sulfato de sódio, potássio, cálcio e magnésio em contato com a água, resultando em manchas separam a estrutura, porém fica com uma aparência visual falha;
- d) Bolor/ Mofo: são presenças de fungos e vegetais não clorofilados, presentes nas fissuras, normalmente estão relacionados a umidade. Suas raízes soltam enzimas que agem como ácidos deteriorando e proporcionando a separação da superfície;
- e) Criptoflorescência: são formados por incrustações salinas ocultas presentes no interior das estruturas, que em contato com a umidade causam separação e deterioração dos elementos construtivos;
- f) Gelividade: e quando a umidade sofre um processo de congelamento seguido do descongelamento em vasos capilares, fissuras e rachaduras, causa o esfarelamento nos concretos e nas superfícies argamassadas, gerando na desagregação do material, esse processo é perceptível somente com o passar dos anos;
- g) Esfarelamento: Geralmente gerado pelas umidades Gelividade e Criptoflorescência, ela causa a degradação dos grãos dos concretos do revestimento;
- h) Deterioração: surge devido a presença constante da umidade sob/sobre os materiais e estruturas, reduz a durabilidade e longevidade dos elementos e da edificação;
- i) Mancha de umidade: São partes de uma superfície que apresenta existência de água, com cor diferente dos restantes do local;
- j) Vegetação: crescimento de vegetação em determinados pontos da edificação devido a presenças de fissuras e umidade.

- k) Vesículas: Formações de bolhas na pintura, e em seu interior apresentam as cores branca, preta e vermelha acastanhada.

Souza (2009), afirma que problemas ocasionados pela umidade podem trazer consequências graves, trazendo grande desconforto para os moradores, e deterioração a construção, sendo soluções difíceis e caras demais para serem corrigidas.

Na atualidade já se utilizam técnicas e materiais tendo com o objetivo a criação de barreiras física ou química para deter a umidade, onde se apresenta as principais patologias em uma fundação, por falhas ou ausência de uma impermeabilização. (MILITITSKY, CONSOLI E SCHNAID, 2015).

2.5 Impermeabilização

Segundo a NBR 9575 – ABNT, (2010), impermeabilização é o conjunto de operações e técnicas construtivas, que tem por finalidade a proteção das construções contra a ação de fluidos, ou seja, é uma soma de elementos que tem como objetivo proteger as construções contra a ação destrutiva de fluidos, de vapores e da umidade.

A impermeabilização é o conjunto de operações e técnicas construtivas cuja finalidade é proteger as construções contra a ação degradadora dos fluídos ou vapores e da umidade por diversos anos, durante a vida útil dos sistemas impermeabilizantes (IBI, 2021)

Ainda segundo o IBI (2021) “é uma técnica que consiste na aplicação de produtos específicos com o objetivo de proteger as diversas áreas de um imóvel contra ação de águas que podem ser de chuva, de lavagem, de banhos ou de outras origens. ” Para Salgado (2018), as impermeabilizações podem ser classificadas como, Rígidos, Semiflexíveis e Flexíveis:

2.5.1 Classificação das impermeabilizações

Rígidos: são impermeabilizantes que atuam no sistema capilar como aditivos, preenchendo os vazios de todos os poros, impedindo a percolação da água, eles não apresentam a propriedade de trabalhar com a estrutura principal da edificação, são misturados aos concretos e às argamassas destinadas ao assentamento de elementos de alvenaria e revestimentos, o uso mais comum são:

- a) Impermeabilização de vigas baldrame;
- b) Impermeabilização de argamassas, concretos e revestimentos;
- c) Tratamento de subsolos, túneis;
- d) Revestimento em piscinas, caixas-d'água e reservatórios.

Semiflexíveis: são revestimentos impermeabilizantes constituídos por materiais que possuem dilatação e flexibilidade, eles conseguem se adaptar à estrutura, podendo absorver pequenas movimentações ou acomodações e suportar pressões negativas e positivas, abaixo o uso mais comum deste tipo de impermeabilizante:

- a) Impermeabilização de superfícies de concreto, argamassa, alvenaria e aço;
- b) Impermeabilização de pequenas lajes e terraços.

Flexíveis: são impermeabilizantes que possuem em sua composição materiais que modificam as características elásticas do produto, pois recebem adições de polímeros, elastômeros etc., podendo absorver considerável movimentação estrutural, o uso desse impermeabilizante é mais comum em impermeabilização de lajes, banheiros, caixas-d'água, reservatórios e piscinas, e são divididos em dois grupos, as emulsões e as mantas, abaixo segue detalhes sobre eles:

- a) Emulsões: elementos a base de elastômeros sintéticos e betumes emulsionados ou de base acrílica. Quando aplicados, a quente ou a frio, formam um filme impermeabilizante, elástico e de elevada aderência.

- b) Mantas: A manta asfáltica é um tipo de impermeabilização flexível cada vez mais utilizada, pois garante excelente tratamento, principalmente sobre lajes e coberturas.

Para Cunha et al. (2017), vêm sendo desenvolvidas diversas técnicas de impermeabilização, de modo a evitar ou minimizar as agressões e a deterioração ocasionadas pela infiltração de água nas edificações, essas técnicas variam de acordo com as causas da umidade que ocorre na edificação, segue abaixo as principais causas de umidade:

- a) Umidade da atmosfera: chuva e outras intempéries, como granizo, neve, vento.
- b) Umidade do solo: oriunda do lençol freático, de vazamentos de tubulações e umidade natural do solo.
- c) Umidade vinda de outras obras vizinhas: origina-se do desnível com outras obras ou com o arruamento;
- d) Umidade vinda da construção: vazamentos, infiltrações, falta de ventilação, falta de insolação, capilaridade dos materiais e falhas de projeto.

Segundo o manual da VEDACIT (2010), as principais funções da impermeabilização são:

- a) Aumentar a vida útil das estruturas;
- b) Impedir a corrosão das armaduras do concreto;
- c) Proteger as superfícies da umidade, manchas, fungos, etc.
- d) Ambientes salubres;
- e) Preservar o patrimônio contra o intemperismo.

2.5.2 Aplicação da impermeabilização

De acordo com a NBR 9574 – ABNT, (2008), - Execução de impermeabilização – Procedimento e com a NBR 9575 – ABNT, (2010) - Impermeabilização - Seleção e projeto, a escolha pelo sistema de impermeabilização deve ser precedida de um

estudo preliminar para definir as áreas a serem tratadas e as alternativas de soluções impermeabilizantes.

A NRB 9575 (2010) fala que a compatibilização e o desenvolvimento do projeto de impermeabilização devem ser em conjunto aos projetos de arquitetura, estrutural, hidráulico-sanitário, águas pluviais, gás, elétrico, revestimento, paisagismo e outros, para que assim sejam previstas as correspondentes especificações em termos de tipologia, dimensões, cargas, ensaios e detalhes construtivos. No projeto básico de impermeabilização deve constar: definição das áreas a serem impermeabilizadas e equacionamento das interferências existentes entre todos os elementos e componentes construtivos; definição dos sistemas de impermeabilização NBR 9575 – ABNT, (2010).

O tipo adequado de impermeabilização a ser empregado na construção civil deve ser determinado segundo a solicitação imposta pelo fluido nas partes construtivas que requeiram estanqueidade, projeto básico de impermeabilização deve ser realizado para obras de construção civil de uso público, coletivo e privado, por profissional legalmente habilitado” NBR 9575 - ABNT, (2010).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2021):

Quando feita de forma correta, com produtos e serviços adequados, por empresas idôneas, os custos de uma impermeabilização atingem, na média, 2% do valor total da obra. Se forem executados apenas depois de serem constatados problemas com infiltrações na edificação já pronta, a impermeabilização ultrapassa em muito este percentual, envolvendo até valores em torno de 10% do custo total da obra.

2.5.3 Impermeabilização de fundações

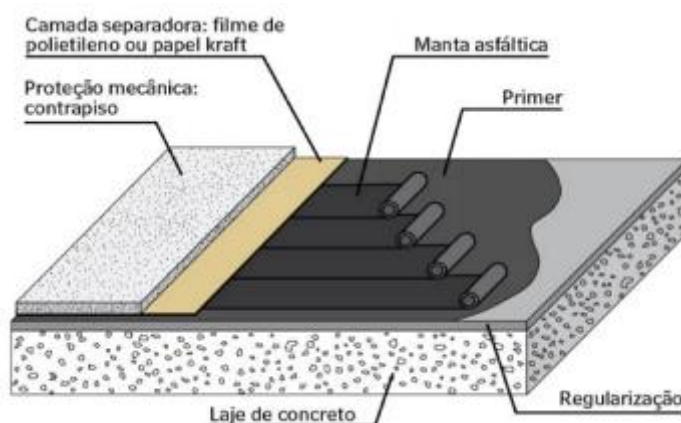
Segundo Cánovas (1988), as fundações são muito sensíveis à ação dos agentes agressivos do tipo químico que o terreno onde estão inseridas, possa conter, ou que acompanhem as águas que estão em contato com ela. Para ele, dependendo das circunstâncias, a água é o elemento motor da corrosão no concreto e nas armaduras, e a melhor forma de proteção para as fundações é isolar águas agressivas, se possível

dispondo de drenagens profundas em todo perímetro do edifício, essas devem ser apropriadamente impermeabilizadas, buscando evitar o surgimento de patologias.

Para Cánovas (1988), as fundações por serem elementos estruturais que ficam enterrados e não serão acessíveis para revisões periódicas, os defeitos patológicos que apresentam não são detectados de forma direta, e sim através das repercussões que estes iram gerar sobre a estrutura como um todo. A impermeabilização de elementos de fundação de concreto armado, como blocos, sapatas, radier e vigas de baldrame, além de evitar a ascensão da umidade, colabora para a durabilidade da estrutura (GABRIOLI E THOMAZ, 2002).

Radier é um tipo de fundação que funciona como uma laje de concreto armado, por ser uma área extensa está mais sujeita às fissuras, para esse tipo de fundação o melhor é optar pelos sistemas de impermeabilização mais flexíveis, como as mantas asfálticas, que acompanham a movimentação da laje e criam uma barreira física, evitando que a umidade presente no solo suba para a estrutura pelos poros do concreto, na Figura 20 detalha sua aplicação. (CIVILIZAÇÃO ENGENHARIA, 2021)

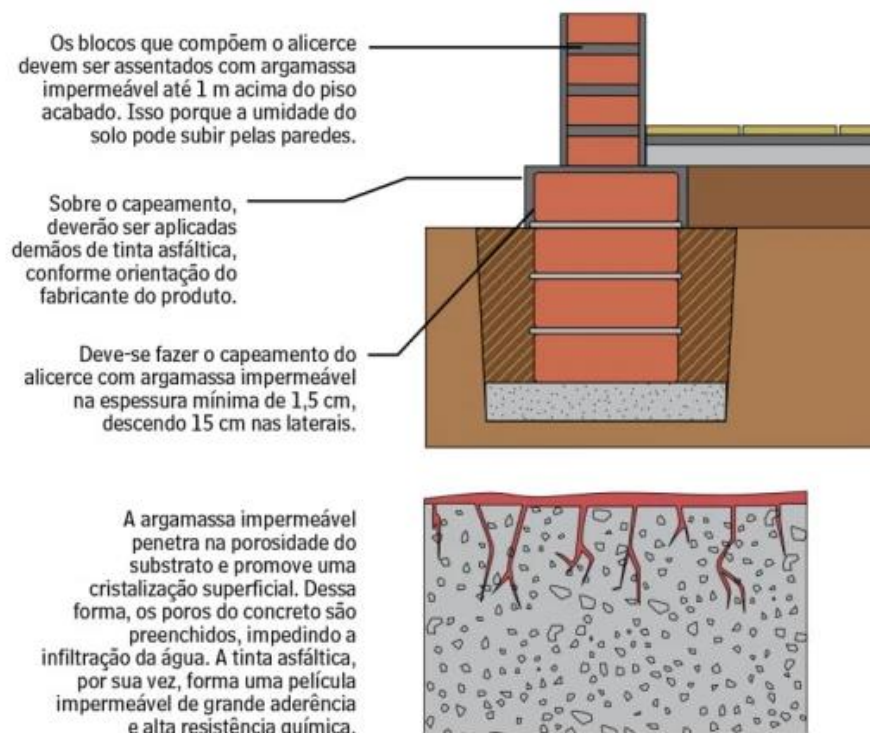
Figura 20 – Aplicação de impermeabilizantes – Fundação Radier



Fonte: Civilização Engenharia, 2021

Vigas baldrame: Geralmente usadas em obras com cargas pequenas (residências) sobre solo firme, a viga baldrame pode ser de alvenaria, concreto simples ou armado. Uma das etapas obrigatórias em sua execução é a impermeabilização, na Figura 21 detalha a aplicação da argamassa impermeável, para esse tipo de fundação (CIVILIZAÇÃO ENGENHARIA, 2021)

Figura 21 – Aplicação de impermeabilizantes – Fundação Viga Baldrame



Fonte: Civilização Engenharia, 2021

Sapatas: no caso das sapatas, uma solução usual é o capeamento com argamassa impermeável em toda a superfície da fundação (laterais e topo), antes de fechar as cavas, após secagem completa, aplica-se a tinta asfáltica impermeável com o auxílio de uma trincha, na Figura 22, tem um exemplo dessa aplicação.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Para Prodanov e Freitas, (2013), a metodologia, examina, descreve e avalia métodos e técnicas de pesquisa que possibilitam a coleta e o processamento de informações, visando o encaminhamento e à resolução de problemas e/ou questões e a pesquisa é, um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, as quais têm por base procedimentos racionais e sistemáticos.

3.1 Tipo de Pesquisa

Para Zanella (2013) as pesquisas são divididas como pesquisas puras (básicas) que têm como objetivo o desenvolvimento teórico, e as que estão relacionadas com a solução de problemas práticos se chamam pesquisas aplicadas.

- a) Pesquisa básica, tem como objetivo gerar conhecimentos novos, úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista, envolve verdades e interesses universais. (SILVA E MENEZES, 2005)
- b) Pesquisa aplicada, tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos, envolvem verdades e interesses locais. (SILVA E MENEZES, 2005)

Esta pesquisa se classifica como pesquisa aplicada, uma vez que buscar identificar a importância de um problema de engenharia referente a utilização de impermeabilizantes das fundações na construção civil.

3.2 Natureza da Pesquisa

Dependendo das técnicas de coleta, análise e interpretação dos dados, de uma pesquisa, esta poderá ser classificada como de abordagem quantitativa ou qualitativa. (PRODANOV E FREITAS, 2013).

Segundo Pereiro (2019) método quantitativo, considera sua principal característica a utilização da quantificação, seja nas modalidades de coleta de informações ou no

tratamento das mesmas, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las e requer o uso de recursos e isso é realizado por meio de técnicas estatísticas. Já o método qualitativo a pesquisa é descritiva, ou seja, as informações obtidas não podem ser quantificáveis, os dados obtidos são analisados de forma indutiva. Nesse sentido, a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa, caracterizando, pela não utilização de processos estatísticos na análise dos dados.

Conforme caracterização da natureza de pesquisa, esta pesquisa define-se como de natureza qualitativa, já que para o colhimento das informações e análise dos dados e não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, e o ambiente da pesquisa é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento chave, que tendem a analisar seus dados indutivamente, sendo uma pesquisa descritiva, o processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

3.3 Pesquisa Quanto aos Fins

Gil (2018) fala que toda pesquisa tem seus objetivos, e tendem, naturalmente, a ser diferentes dos objetivos de qualquer outra, em relação aos objetivos mais gerais, ou propósitos, as pesquisas podem ser classificadas em exploratórias, descritivas e explicativas, abaixo segue o conceito de cada uma:

- a) Exploratório: têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Podemos considera como estudo exploratório as pesquisas bibliográficas, estudos de caso e até mesmo levantamentos de campo.
- b) Descritiva: têm como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno, e podem ser elaboradas com a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis.
- c) Explicativa: têm como propósito identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos. Estas pesquisas são as que mais aprofundam o conhecimento da realidade, pois têm como finalidade explicar a razão, o porquê das coisas.

Conforme o conceito de cada pesquisa quanto aos fins, esta pesquisa se define como exploratória, pois será feito um descritivo do elemento estudado com base em livros, artigos, palestras, sites, revistas que expõem o tema e explicar a real importância de sua utilização.

3.4 Pesquisa Quanto aos Meios

Segundo Gil (2018), uma pesquisa quanto aos meios consiste em delinear o ambiente em que são coletados os dados e as formas de controle das variáveis envolvidas. Para Vergara (1998), as pesquisas quanto aos meios, podem ser divididas em estudo de campo, pesquisa de laboratório, pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, estudo de caso, etc.

- a) Estudo de campo: é uma pesquisa que tem como objetivo a investigação baseado na experiência ou observação em um local onde ocorreu algum fenômeno ou que dispõe de elementos para explica-lo.
- b) Pesquisa de laboratório: é uma pesquisa onde se realiza uma experiência circunscrita, pois em campo essa experiência seria praticamente impossível de realizar, ex. simulação entre computadores.
- c) Pesquisa Documental: essa pesquisa e baseada em documentos conservados no interior de órgãos públicos e privados de qualquer natureza, ou com pessoas, ex.: registros, anais, regulamentos, circulares, ofícios, memorandos, etc.
- d) Pesquisa bibliográfica: essa pesquisa baseia-se em um estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, seminários, palestras, isto é, são materiais que o público em geral teria acesso.
- e) Estudo de caso: neste estudo se restringi a uma ou poucas unidades, ex., uma pessoa, uma família, um produto, uma empresa, um órgão público, uma comunidade, etc. tem caráter de profunda e detalhamento e pode ser realizado no campo ou não.

Definido a pesquisa quanto aos meios, pode-se determinar que a pesquisa em questão se enquadra na pesquisa bibliográfica, pois todo o estudo e suas conclusões baseia-se de dados obtidos através de documentos bibliográficos, como livros, revistas, artigos, periódicos, artigos científicos, páginas de web sites, etc.

3.5 Universo e Amostra

Segundo Vergara (1998), o universo de amostra trata-se de definir toda a população e a população amostral, para um projeto de pesquisa, a população amostral, ou amostra é uma parte do universo (população), escolhida segundo algum critério de representatividade. Para Gil (2018), o universo da pesquisa é todo e a amostra da pesquisa é um conjunto de elementos dentro deste universo, que possuem determinadas características.

Esse trabalho de conclusão de curso tem como seu Universo de pesquisa os processos de impermeabilização das principais fundações utilizadas na construção civil no Brasil, baseado no seu universo foram definidos como amostras os processos de impermeabilização para as fundações dos tipos radier, viga baldrame e sapatas, e visa sanar as patologias de mofo, bolor, manchas, oxidação e deterioração de componentes da edificação que são acometidos nas fundações pela falta da impermeabilização ou um mau uso na aplicação do produto.

3.6 Coleta e Análise de Dados

Para Vergara (1998), na etapa de coleta dos dados, deve ser informado como obtido as informações que serão necessários para responder o problema de pesquisa e a análise de dados, é a etapa que se explica como se pretende tratar os dados coletados, justificando as formas de tratamento desses dados.

A coleta dos dados foram feitas a partir de artigos, livros, dissertação, teses, teses de doutorado, trabalhos de conclusão de curso, seminários, sites de empresas especializadas no assunto.

As análises dos dados serão abordadas através do conteúdo encontrado nos documentos coletados, será feita algumas comparações das informações, utilizando planilhas como a do software Excel, desenhos elaborados no software MicroStation, homestyler e imagens, detalhando as patologias geradas pela falta de impermeabilização nas fundações, e abordando as principais práticas e os tipos de materiais utilizado na impermeabilização e seus benefícios.

Documentos foram coletados em âmbito nacional, a partir de sites especializados no assunto, periódicos, simpósios, livros, revistas, Teses e Artigos publicados entre 1991 a 2021.

Serão coletados dados e informações a respeito da impermeabilização nas normas NBR 9574: Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro: ABNT, 2008, NBR 9575: Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010, NBR 15575: Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2013, da ISO 15686-1: 2011, em sites especializado no assunto como Instituto Brasileiro de Impermeabilização IBI, no site da Vedacit em seu Manual Técnico, site da FIBER SALS, nos livros do VERÇOZA, E. J. Patologia das Edificações de 1991, MARCELLO, M. Sinistros na Construção Civil . de 2007, no livro do BOTELHO, M. H. C.; Princípios da Mecânica dos Solos E Fundações Para A Construção Civil de 2021 do livro do PINHEIRO, e . CRIVELAR, M. Materiais de Construção do ano de 2020.

Também serão utilizados os trabalhos de doutorado e dissertação na coletas de informações, a dissertação utilizada será a da MENDES, A., Dissertação Impermeabilização de fundações de edifícios e estruturas especiais, do ano de 2011 e a dissertação do CAIADO, A. R. Contribuição ao Estudo da Rotulagem Ambiental dos Materiais de Construção Civil do ano de 2014.

Serão levantados os dados através das referencias acima, utilizando como critérios as informações a respeito do assunto, fazendo as comparações entre eles a respeito do assunto buscando responder os objetivos específicos detalhados no início do trabalho.

3.7 Limitações

As limitações encontradas na construção do trabalho, foi devido a pandemia gerado pelo vírus COVID19, onde impossibilitou a liberação para ida em locais para visita, entrada em bibliotecas e encontros do grupo.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Patologias Geradas pela Falta de Impermeabilização nas Fundações

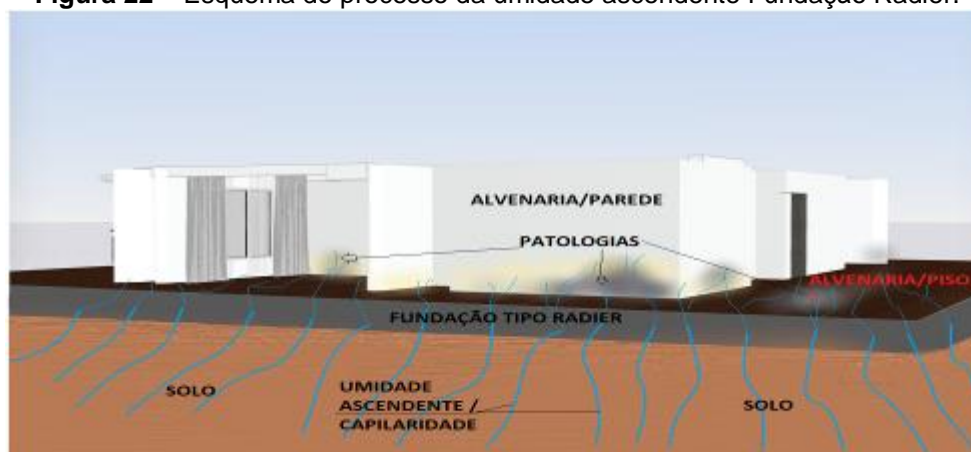
Com base nos livros, artigos estudados, revistas de diversos autores, foi constatado que a falta de impermeabilização ou uma impermeabilização defeituosa ou até mesmo uma impermeabilização incorreta pode trazer várias consequências a fundação de uma edificação, sendo um dos principais problemas de patologias e a presença de água no solo, ou a própria umidade do terreno.

Para o Instituto IBI (2021) e para o autor Botelho (2015) as fundações por estarem sempre em contato com solo estão sempre em contato com a umidade do terreno, essas umidades podem ser provenientes das construções, das chuvas, trazidas por capilaridade, vazamentos e condensação, além de afetar as fundações essas umidades sobem pela alvenaria, criando um ambiente não saudável, atacando pinturas, revestimentos internos a alvenaria da edificação e a própria fundação.

Mendes (2011), Botelho (2015), Verçosa (1991) e Marcelli (2007) identifica que nas fundações, as principais causas de patologias são as umidades oriundas da umidade ascendente por capilaridade, pois a umidade presente no solo pode chegar a mais de cinco metros de ascensão no solo e 0,70 a 0,80 cm na alvenaria, nas Figuras 23, 24, 25, esquematiza o processo da umidade ascendente das fundações mais comuns utilizadas na construção civil.

Esses autores identificam que as principais patologias geradas nas fundações são as manchas na parede, mofo, eflorescências, corrosão, perda de pinturas, rebocos, pisos, chegando até mesmo a degradação da fundação e da edificação,

Figura 22 – Esquema do processo da umidade ascendente Fundação Radier.



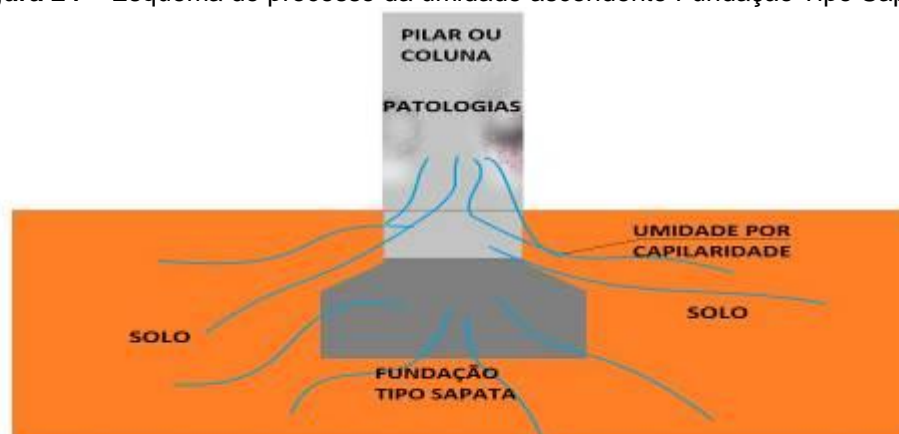
Fonte: Os autores (2021)

Figura 23 – Esquema do processo da umidade ascendente Fundação Viga Baldrame.



Fonte: Os autores (2021)

Figura 24 – Esquema do processo da umidade ascendente Fundação Tipo Sapata.



Fonte: Os autores (2021)

Nas figuras 24,25 e 26, temos a umidade identificadas por linhas/vasos na cor azul que em contato com o concreto sem a proteção adequada penetra na estrutura fazendo um caminho ascendendo na estrutura e chegando nas alvenarias, causando as patologias.

A umidade pode atingir a alvenaria de várias formas, sendo as mais comuns aquelas provenientes do solo devido a falha ou a falta do no sistema de impermeabilização do respaldo inferior e nas proximidades do piso, pontos onde se inicia uma infiltração de água, e por capilaridade se alastra por boa parte da parede. Na Tabela 03 estão identificados as patologias mais frequentes encontradas devido à falta de impermeabilização

Tabela 03 - Principais patologias encontradas pela falta de impermeabilização

Patologias	Local
Mofo/Bolor/Machas	Paredes logo acima do Rodapé
Bolhas na pintura	Paredes
Deterioração ou Degradação	Rodapé, paredes, pisos, fundação, alvenaria
Eflorescências e cripta eflorescência	Paredes, pisos e estruturas
Lixiviação	Paredes, Pisos e estruturas

Fonte: Os autores (2021) a partir de dados coletados no IBI (2021)

4.1.1 Manchas na parede, mofo e bolor

Devido a umidade constante ocorre a formação de machas nas paredes que quando não tratadas ocorre o aparecimento de mofo e o bolor que são uma manifestação de de fungos, machas escuras e esverdeadas, o principal fator é destruição da pintura, além de causar doenças nos moradores por conta do surgimento do mofo e bolor Verçosa (1991). Na figura 26 é identificado manchas e o descolamento da pintura devido a umidade constante no local e na figura 27 machas de mofo e fungos.

Figura 25 - Processos de manchas e descolamento da pintura



Fonte: Os autores (2021)

Figura 26 - Manchas de Mofo



Fonte: <https://fibersals.com.br/empresa/> 2018

Na figura 27, pode-se notar manchas escuras, essas manchas são infestação de mofos e bolor causada por Infiltração através da viga baldrame não impermeabilizada (FIBERSALS,2018).

4.1.2 Eflorescências e criptoeflorescência

Para o Instituto IBI (2021) a eflorescências e a Criptoeflorescência são outras patologias bem frequente nas fundações, elas são depósitos cristalinos de cor branca que surgem na superfície da estrutura e que resultam da exposição do concreto à água de infiltrações ou de intempéries, induzindo a degradação do concreto, Elas são provocadas quando a umidade com sais são conduzidos até a superfície durante a evaporação da água através da percolação, e com a evaporação da água, esses sais se cristalizam, gerando manchas de cor clara. Nas figuras 28,29 e 30 pode-se ver exemplos desses tipos de patologias:

Figura 27 e Figura 28 - Patologia criptoeflorescência



Fonte: Os autores (2021)

Figura 28 - Patologia eflorescências



Fonte: <https://www.tecnosilbr.com.br>, 2021

Nas figuras 28, 29 e 30 é identificado a degradação da pintura com formações de depósitos brancos e já podemos ver na figura 28 a exposição do concreto devido a umidade ascendente do solo, já na figura 30 é identificado manchas brancas sobre o concreto.

Para o Instituto IBI (2021) informa que a diferença entre as eflorescências e as criptoefflorescências, são que para a eflorescência os resíduos são depositados nas superfícies exteriores das paredes, enquanto criptoefflorescências são sais depositados nos interiores das paredes, e que vão aumentando em volume e com o tempo podem causar a destruição do material das paredes literalmente explodindo os poros. Os fatores decisivos se a cristalização será interna ou externa são:

- a) Natureza ou composição dos sais;
- b) A porosidade dos materiais de construção;
- c) As condições favoráveis ou não à evaporação.

4.1.3 Carbonatação

Marcelli (2007) identifica como uma patologia construtiva muito comum em uma edificação, é um fenômeno lento, e é caracterizada pela interação de agentes

agressivos no concreto por meio de poros ou aberturas, como o gás carbônico (CO_2) presente na atmosfera, que em contato com a umidade presente na estrutura, forma o ácido carbônico (H_2CO_3), e ao reagir com o cimento, esse ácido resulta em carbonato de cálcio (CaCO_3) e água, dando origem à carbonatação. A primeira consequência dessa reação é a redução do PH do concreto de valores ideais entre 12,6 e 13,5 para números próximos de 8,5, com o tempo a carbonatação vem causando fissuração do concreto, o destacamento do cobrimento do aço, redução da seção da armadura e a perda de aderência do aço com o concreto, se não for reparada, essa patologia compromete a estrutura da edificação, como podemos notar na figura 31.

Figura 29 - Patologia Carbonatação



Fonte: <https://www.tecnosilbr.com.br>, 2021

Inicialmente se manifesta por depósitos brancos na superfície do concreto e fica mais evidente quando surgem fissuras na peça e ocasiona o desprendimento de fragmentos de camada de concreto de recobrimento. A profundidade e a velocidade do fenômeno dependem de características do próprio concreto, como o teor de concreto e o PH e das condições de exposição, como alta concentração de gás carbônico e umidade relativa do ar na faixa de 50% a 75%.

4.1.4 Lixiviação

Presença de manchas brancas na superfície do concreto, causada basicamente pelo contato da estrutura com a água. Durante o processo de hidratação do cimento é formado um composto chamado hidróxido de cálcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Esse processo é chamado de remoção dos sólidos pela água, ou seja, o desprendimento de

fragmentos do concreto, e a porosidade da estrutura. O material branco é o carbonato de cálcio resultante da reação entre o hidróxido de cálcio lixiviado e o CO₂ presente na atmosfera (MARCELI, 2007). A patologia está identificada na figura 32.

Figura 30 - Patologia Lixiviação



Fonte: <https://www.mapadaobra.com.br>, 2021

A resistência da estrutura não é alterada pela lixiviação também não danifica os revestimentos aplicados sobre superfícies de concreto, como as pinturas, cerâmicas, etc. Esses Materiais atuam para diminuir os riscos da lixiviação, funcionando como barreira que protege contra a retirada do hidróxido de cálcio do concreto.

4.1.5 Corrosão e oxidação

Verçosa (1991) identifica como corrosão a transformação do aço em ferrugem, que é um material fraco, pulverulento ou escamado que não tem aderência ou coesão, nessa forma o aço aumenta o volume 8 vezes o seu volume inicial, fazendo o concreto que o circunda estourar, a corrosão e a oxidação são resultados de alguns sais existentes na umidade ou com gases nocivos, que em contato com os elementos da fundação (ocorre reações químicas no metal), causa a degradação do concreto, o que causa o aumento do volume do aço estrutural, gerando a degradação do concreto e com consequência e a exposição do aço, conforme mostra a Figura 33.

Figura 31 - Patologia Corrosão e Oxidação de um Piso por umidade ascendente



Fonte: Os autores (2021)

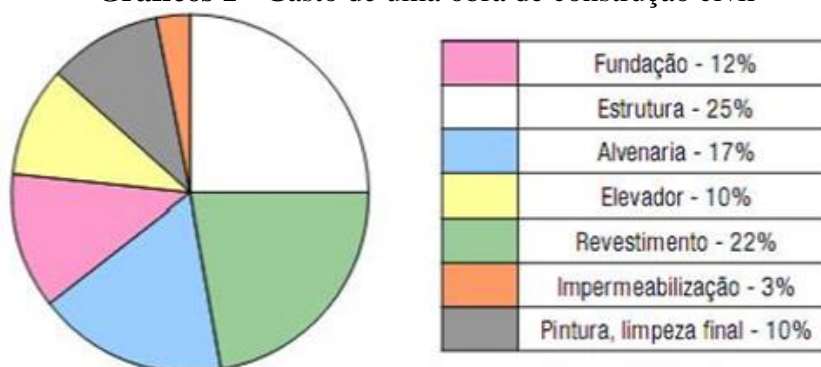
Devido a exposição constante das estruturas a umidade, resultando no aumento do volume do aço estrutural, gerando a degradação do concreto e com consequência e a exposição do aço, conforme mostra a figura 32.

4.1.6 Degradação e Deterioração

A degradação é identificada como descamação do concreto, descolamento de pisos, rodapés, pinturas, rebocos, etc. Já a deterioração é quando os elementos estão sofrendo um processo mais avançado de degradação seu estado é pior e sua recuperação é mais dificultosa. Isso ocorre devido à presença constante da umidade nas fundações, em alguns casos quando a deterioração está muito avançada a recuperação não é mais possível (INSTITUTO IBI, 2021).

4.2 Benefícios da Utilização da Impermeabilização

Para Mendes (2011) a reabilitação das fundações torna-se quase impossível de realizar, por tratar de uma zona de difícil acesso após o seu aterro. Como tal, na fase inicial de construção aconselha-se um maior investimento a este nível, evitando intervenções futuras, que se refletirão em custos elevados, no gráfico 01 é apresentado o gasto de uma obra civil. A impermeabilização de fundações é utilizada de forma a bloquear a ascensão capilar da umidade, e evitar a deterioração dos materiais constituintes da fundação e dos componentes da edificação.

Graficos 1 - Gasto de uma obra de construção civil

Fonte: Vedacit (2021)

A falta de impermeabilização das fundações pode causar várias manifestações patológicas com potencial de afetar a durabilidade e o seu desempenho, tornando a edificação comprometida, além de trazer doenças para os moradores. Para evitar tais patologias já existem vários sistemas de impermeabilização disponíveis no mercado, as NBR 9575 (ABNT, 2010), Impermeabilização - Seleção e projeto e a NBR 9574 (ABNT, 2008), Execução de impermeabilização, são normas que estabelece as exigências e recomendações relativas à seleção e projeto de impermeabilização, para que sejam atendidos os requisitos mínimos de proteção da construção contra a passagem de fluidos, bem como os requisitos de salubridade, segurança e conforto do usuário.

Além dessas NBRs temos também a NBR 15575 (ABNT, 2013), Desempenho de edificações habitacionais, essa norma estabelece os requisitos e critérios de desempenho aplicáveis às edificações habitacionais, como um todo integrado, avaliados de forma isolada para um ou mais sistemas específicos, que é o caso da impermeabilização, então podemos dizer que é um item muito importante no desempenho e na vida útil de uma edificação.

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013) informa que a umidade proveniente do solo, deve ser considerada em projeto, pois a umidade acelera os mecanismos de deterioração e acarreta a perda das condições de habitabilidade e de higiene do ambiente construído, na Tabela 04 cita os principais benefícios da utilização d impermeabilização das fundações.

Tabela 04 – Principais Benefícios da Utilização da Impermeabilização

Benefícios	Descrição
Proteção da construção contra a passagem de fluidos	Bloqueio da passagem de água/umidade nas edificações de forma capilar /ascendente
Aumento da vida útil da edificação e durabilidade de seus componentes	Evita o surgimento de patologias e a degradação da edificação e de seus componentes como pisos, rodapés, etc.
Requisitos de salubridade	Evita o surgimento de mofo, bolores e presença de umidade na edificação, essas muitas vezes podem ocasionar doenças respiratórias graves.

Fonte: Os autores (2021) a partir de dados coletados no IBI (2021)

4.2.1 Proteção da construção contra a passagem de fluidos

Conforme a NBR 9574 (ABNT, 2008), ela estabelece as exigências e recomendações relativas à execução de impermeabilização para que sejam atendidas as condições mínimas de proteção da construção contra a passagem de fluidos, efetuando a impermeabilização correta com materiais de qualidade, a construção terá uma proteção contra os fluídos que causam diversas patologias na construção, que em períodos chuvosos acontece com mais frequência, que é a umidade ascendente, que são geradas pela capilaridade da água presente no solo, subindo contra a gravidade pelas fundações.

Para Mendes a ao longo da vida útil da membrana, esta terá tendência a alongar de modo a manter cobertas eventuais fissuras ou fendas, impossibilitando contacto da água com a fundação, dessa forma a impermeabilização da fundação deve cumprir de forma adequada aos requisitos:

- a) Resistência à água sob pressão;
- b) Bloqueio da passagem do vapor de água para o interior do edificado;
- c) Garantia de que as fissuras ou fendas já existentes ou que se possam formar a posterior permanecem cobertas.

As exigências estabelecidas pela norma são para evitar a passagem de fluidos e vapores nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser

integrados ou não outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de estanqueidade. Além de proteger elementos e componentes construtivos que estejam expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera (NBR 9574 ABNT, 2008).

“O adequado controle da umidade em uma edificação habitacional ou sistema é a chave para o controle de muitas manifestações patológicas que abreviam sua vida útil, reduzindo seu valor de uso e de troca de uma habitação. (NBR 15575-1 – ABNT, 2013).”

4.2.2 Aumento da vida útil da edificação e durabilidade de seus componentes

Segundo a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), a durabilidade e a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas. O período de tempo compreendido entre o início de operação ou uso de um produto e o momento em que o seu desempenho deixa de atender às exigências do usuário pré-estabelecidas é denominado vida útil.

Vida útil (VU)

Período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos considerando a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção. (NBR 15575-1 – ABNT, 2013).

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013) informa que as características dos materiais e a qualidade da construção como um todo interferem na vida útil da edificação. O valor real de tempo de vida útil será uma composição do valor teórico de Vida Útil Projetada devidamente influenciado pelas ações da manutenção, da utilização, da natureza e da sua vizinhança. O descumprimento dos programas definidos no manual de operação, uso e manutenção da edificação, bem como ações anormais do meio ambiente, irão reduzir o tempo de vida útil, podendo este ficar menor que o prazo teórico calculado como Vida Útil Projetada (VUP).

Vida Útil de Projeto (VUP)

Período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos na NBR 15575-1 (ABNT, 2013), considerando o atendimento as normas, conhecimento do projeto e o cumprimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção. (NBR 15575-1 ABNT, 2013).

Segundo dados da NBR 15575-1 (ABNT, 2013), a VUP é uma estimativa teórica de tempo que compõe o tempo de vida útil. O tempo de VU pode ou não ser confirmado em função da eficiência e registro das manutenções, de alterações no entorno da obra, fatores climáticos, etc. O edifício e seus sistemas devem apresentar durabilidade compatível com a VUP preestabelecida na tabela 05 abaixo, a VUP pode ser realizada pela utilização da metodologia proposta pelas ISO 15686-1 a 15686-3 e ISO 15686-5 a 15686-7.

Tabela 05 - Vida Útil de Projeto (VUP)

Sistema	VUP mínima anos
Estrutura	≥ 50 segundo ABNT NBR 8681-2003
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2013)

Para determinar a VUP mínima a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), pode se adotar diversas metodologias como as propostas pelas ISO 15686-1 a 15686-3 e ISO 15686-5 a 15686-7 ou pelas metodologias prevista na própria NBR 15575-1 (ABNT, 2013) e que identifica três conceitos essenciais:

- a) A consequência que a falha no desempenho do subsistema ou elemento acarreta;

- b) Maior facilidade ou dificuldade de manutenção e reparação em caso de falha no desempenho;
- c) Custo na correção da falha, considerando-se inclusive o custo de correção de outros subsistemas ou elementos afetados.

Com o fundamento destes conceitos, foram utilizados os parâmetros da VUP, com conhecimentos já consolidados internacionalmente. Nas Tabelas 06, 07, 08 e 09 relacionam os parâmetros adotados para a determinação da VUP segundo a NBR 15575-1 (ABNT, 2013).

Tabela 06 - Efeito das falhas no desempenho

Categoria	Efeito no desempenho	Exemplos típicos
A	Perigo a vida (ou de ser ferido)	Colapso repentino da estrutura
B	Risco de ser ferido	Degrau de escada quebrado
C	Perigo à saúde	Séria penetração de umidade
D	Interrupção do uso do edifício	Rompimento de coletor de esgoto
E	Comprometer a segurança de uso	Quebra de fechadura de porta
F	Sem problemas excepcionais	Substituição de uma telha
NOTA Falhas individuais podem ser enquadradas em duas ou mais categorias.		

Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2013)

Tabela 07 - Categoria de Vida Útil de Projeto para partes do Edifício

Categoria	Descrição	Vida útil	Exemplos típicos
1	Substituível	Vida útil mais curta que o edifício, sendo sua substituição fácil e prevista na etapa de projeto	Muitos revestimentos de pisos, louças e metais sanitários
2	Manutenível	São duráveis, mas necessitam de manutenção periódica, e são passíveis de substituição ao longo da vida útil do edifício	Revestimentos de fachadas e janelas
3	Não-manutenível	Devem ter a mesma vida útil do edifício por não possibilitarem manutenção	Fundações e muitos elementos estruturais

Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2013)

Tabela 08 - Custo de manutenção e reposição ao longo da vida útil

Categoria	Descrição	Exemplos típicos
A	Baixo custo de manutenção	Vazamentos em metais sanitários
B	Médio custo de manutenção ou reparação	Pintura de revestimentos internos
C	Médio ou alto custo de manutenção ou reparação Custo de reposição (do elemento ou sistema) equivalente ao custo inicial	Pintura de fachadas, esquadrias de portas, pisos internos e telhamento
D	Alto custo de manutenção e/ou reparação Custo de reposição superior ao custo inicial Comprometimento da durabilidade afeta outras partes do edifício	Revestimentos de fachada e estrutura de telhados
E	Alto custo de manutenção ou reparação Custo de reposição muito superior ao custo inicial	Impermeabilização de piscinas

Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2013)

Tabela 09 - Critérios para o estabelecimento da VUP das partes do Edifício

Valor sugerido de <i>VUP</i> para os sistemas, elementos e componentes	Efeito da falha	Categoria de <i>VUP</i>	Categoria de custos
	(Tabela C.1)	(Tabela C.2)	(Tabela C.3)
Entre 5% e 8% da <i>VUP</i> da estrutura	F	1	A
Entre 8% e 15% da <i>VUP</i> da estrutura	F	1	B
Entre 15% e 25% da <i>VUP</i> da estrutura	E, F	1	C
Entre 25% e 40% da <i>VUP</i> da estrutura	D, E, F	2	D
Entre 40% e 80% da <i>VUP</i> da estrutura	qualquer	2	D, E
Igual a 100% da <i>VUP</i> da estrutura	qualquer	3	qualquer

Nota: As *VUPs* entre 5% e 15% da *VUP* da estrutura podem ser aplicáveis apenas a componentes. As demais *VUPs* podem ser aplicáveis a todas as partes do edifício (sistemas, elementos e componentes).

Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2013)

As tabelas 06, 07 e 08 determina o valor sugerido de aplicação da tabela 09 para a VUP dos sistemas de uma edificação de partes do edifício, pode-se notar que a presença que na tabela 06 a presença da umidade e definido como um efeito de falhas na edificação, na tabela 07 as fundações são elementos não passível de manutenção e por isso devem ter a mesma vida útil do edifício, e na tabela 07 o custo de manutenção e reposição em a vai do custo médio a alto. Então a impermeabilização está ligada diretamente a prevenção da vida útil e da durabilidade da edificação.

Para melhor desmontar utilizamos a metodologia da informado na ISSO 15686 -1 (2011) – Edifícios e ativos construídos - Planejamento da vida útil - Parte 1: Princípios gerais e estrutura, este método permite estimar a vida útil em anos, de um componente em particular ou toda a configuração de componentes. Esse método usa os fatores variáveis:

Fator A - Qualidade do Componente: Baseia-se na qualidade do projeto do componente, se foi feito de acordo com as normas.

Fator B - Nível do projeto; baseia-se no projeto em construção, proporcionar o componente a proteção contra agentes de degradação ou não.

Fator C - Nível de execução do projeto: baseia-se na qualidade da obra, se está sendo seguido as recomendações dos fabricantes, armazenagem, proteção, etc.

Fator D - Ambiente Interno, refere-se a exposição aos agentes de degradação e suas severidades, o uso da edificação geral e aspectos locais relevantes.

Fator E – Ambiente Externo – agentes externos que possam afetar a durabilidade do componente.

Fator F – Condições de uso: refere-se ao que foi definido para uso do espaço.

Fator G – Nível de manutenção: refere-se ao planejamento da manutenção.

Esses fatores ou combinações de variáveis podem afetar a vida útil, e podem ser expressos pela formula:

$$VUE = VUR \times A \times B \times C \times D \times E \times D$$

Sendo:

VUE: Vida útil estimada

VUR: Vida útil de referência dos componentes

Para descobrir a Vida Útil do Projeto (VUP) o IBI Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2018), elaborou um método fatorial (2018) com base na ISO 15686 -1 (2011) – Edifícios e ativos construídos - Planejamento da vida útil - Parte 1: Princípios gerais e estrutura, com o objetivo de calcular a vida útil estimada de um projeto impermeabilização, se aplicando métodos fatoriais, se obtém formula a seguir para o cálculo de sugestão de Vida Útil de Projeto:

A formula de método fatorial é Vida útil de projeto (VUP) =

$$VUR * \sum A / n * \sum B / n * \sum C / n * \sum D / n * \sum E / n * \sum F / n;$$

Onde:

VUP= Vida Útil de Projeto

VUR= Vida Útil de Referência

A, B, C, D, E, F= Fatores

n = número de fatores da categoria somada; por exemplo na categoria A, temos A1, A2 e A3, portanto “n” = 3

Aplicando os fatores para definir a VUE, de uma fundação na qual não se foi aplicado um projeto de impermeabilização que seria definido na classe B, e os valores dos fatores separados entre 0,8 significa pobre, 1,0 normal e 1,2 bom, dados retirados da ISO 15686-1 (2011).

Neste exemplo vamos utilizar os fatores de projeto como normal para uma fundação qualquer, utilizado o VUP mínimo de 50 anos estimado na NBR 15575-1 (ABNT, 2013) só para modelo de comparação identificado na tabela 10:

Tabela 10 - Valores usados para estimar a vida útil da fundação em um projeto sem impermeabilização

Classe dos fatores	Características dos Fatores	Valor do Fator
A	Qualidade do componente	1
B	Nível do projeto sem falha	0,8
C	Nível da execução do trabalho	1
D	Ambiente interno	1
E	Ambiente Externo	1
F	Condições de Uso	1
G	Nível de manutenção	Não se aplica, pois para fundações a manutenção não é viável

Fonte: dos autores, com base da ISO 15686-1 (2011)

Utilizando a formula: $VUE = VUR \times A \times B \times C \times D \times E \times D$, para $VUR=50$ temos:

$VUE = 50 \times 1 \times 0,8 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = VUE = 40$ anos (estimando que o processo de projeto tem falha pela falta de impermeabilização que proporciona a entrada de umidade na edificação). Já que o fator B baseia-se no projeto em construção, que proporciona o componente a proteção contra agentes de degradação ou não.

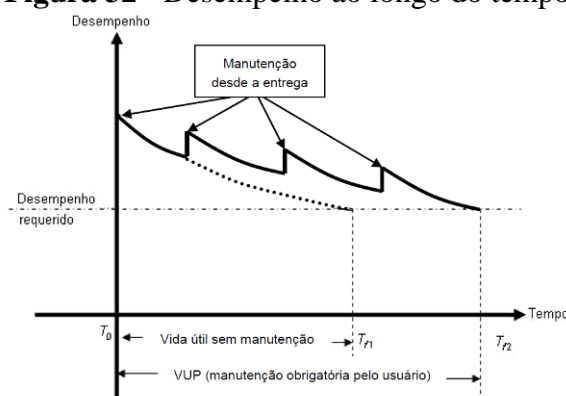
Seguindo esse método fatorial, temos uma sugestão de VUP, que se considerarmos os melhores índices, teremos um índice fatorial de até 1, que para estruturas de concreto o mínimo exigido é de 50 anos de VUP, chegando em uma Vida Útil de Projeto de 50 anos (atendendo as normas), mas se fosse considerado o pior índice para B - Nível do projeto, iriam obter um índice fatorial de 0,80, que reduziria a VUP para aproximadamente 40 anos.

Conforme a NBR 15575-1 (ABNT, 2013) - Interferem na vida útil, além da vida útil projetada, das características dos materiais e da qualidade da construção como um todo, o correto uso e operação da edificação e de suas partes, a constância e efetividade das operações de limpeza e manutenção, alterações climáticas e níveis

de poluição no local da obra, mudanças no entorno da obra ao longo do tempo (trânsito de veículos, obras de infraestrutura, expansão urbana), etc. O valor real de tempo de vida útil será uma composição do valor teórico de Vida Útil Projetada devidamente influenciado pelas ações da manutenção, da utilização, da natureza e da sua vizinhança.

A NBR 15575 (ABNT, 2013) - Fala que as negligências no cumprimento integral dos programas definidos no manual de operação, uso e manutenção da edificação, bem como ações anormais do meio ambiente, irão reduzir o tempo de vida útil, podendo este ficar menor que o prazo teórico calculado como Vida Útil Projetada. E devido a todos estes fatores citados acima, a impermeabilização corretamente executada, seguindo todos os fatores já citados, irá permitir que a estrutura cumpra com mais segurança e eficácia sua VUP mínima exigida para estruturas de concreto, que é de 50 anos, a manutenção da edificação é muito importante se atingir a VUP, os usuários devem desenvolver os programas de manutenção segundo ABNT NBR 5674, abaixo a figura 34 indica o desempenho x tempo.

Figura 32 - Desempenho ao longo do tempo



Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2013)

Na figura 34 é possível identificar que o tempo de utilização da edificação tem uma importante influência no desempenho da edificação e que a manutenção é de extrema importância para que a vida útil de projeto seja alcançada.

4.2.3 Requisitos de salubridade

A falta de impermeabilização está diretamente ligada a requisitos de salubridade, pois através das patologias geradas, pela falta da impermeabilização das fundações; o local devido a umidade fica propício, para o crescimento de mofo e bolor. O mofo de acordo Amorim, Ricardo (2021), se trata de um fungo (mais comumente o *Aspergillus fumigatus*). Quando se reproduz, forma colônias, e são elas que dão aquele aspecto escuro, acinzentado ou esverdeado, às paredes e aos objetos e, enquanto faz isso, solta esporos, que ficam em suspensão no ar e acabam sendo inalados pelas pessoas.

A Dra. Áreas, Carla (2021) fala que inúmeras são as doenças causadas pelo emboloramento e mofo em áreas onde a umidade se instala. Há, inclusive, registros e estudos médicos em que o mofo e bolor aparecem como causa de óbito direta ou indiretamente. Entre os problemas respiratórios mais conhecidos que podem ser causados ou agravados pelos fungos gerados pelo mofo, estão a asma alérgica, rinite alérgica, sinusite fúngica, aspergilose broncopulmonar alérgica, micose broncopulmonar alérgica e alergias.

Dentro da grande diversidade que o mercado possui de impermeabilizantes para todos os aspectos e partes da obra, em sua grande maioria nos sistemas simples de impermeabilização dura em média de 5 a 7 anos, mas em sistemas mais sofisticados e complexos conseguem oferecer uma durabilidade maior de 10 a 20 anos, mas todos os sistemas precisam de manutenção, e sendo realizada periodicamente, respeitando a durabilidade de cada sistema realizado, a vida útil da estrutura impermeabilizada aumentara, evitando algum futuro reparo estrutural, (MENDES, 2011)

4.3 Práticas Adotadas e Tipos de Materiais Utilizado na Impermeabilização

Para Mendes (2011), mesmo existindo inúmeros tipos de fundações, nem todas são passíveis de serem impermeabilizadas, isso é devido ao seu modo de execução ou acessibilidade. Nas possíveis fundações a impermeabilizar, estão incluídas as

sapatas, sapatas isoladas, sapatas contínuas ou sapatas agrupadas; os radieis em gerais, viga baldrame, e o maciço de encabeçamento de estacas, todas essas são possível acesso antes da execução em alguns casos após. Para um melhor entendimento de um processo de impermeabilização será detalhado abaixo os processos de impermeabilização de uma Viga Baldrame.

4.3.1 Impermeabilização em vigas baldrames

O concreto, como já sabemos, não é um material impermeável, e não é capaz de garantir que não haverá percolação da água. Pelas suas propriedades físicas, em especial a capilaridade, a água “sobe” por entre os poros dos elementos de concreto.

A umidade ascendente nas paredes é uma patologia bastante comum e é um sinal de que os baldrames não foram devidamente impermeabilizados. A execução, mais simples é de uma camada de 1,5 cm de espessura de argamassa de cimento e areia media, lavada, 1:3, com aditivo impermeabilizante, assim evitando os problemas mais comum, como (Cunha, 1997).

Descascamento da pintura;

Manchas de bolor;

Fungos e mofo na parede à uma altura normalmente de até 50cm do chão.

4.3.1.1 Materiais utilizados na impermeabilização da viga baldrame

De maneira sucinta, os tipos de impermeabilização existentes se segmentam em dois longos grupos: Impermeabilização rígida e impermeabilização flexível. A impermeabilização rígida, conforme prescreve a NBR 9575 (ABNT, 2010) é o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas não sujeitas à fissuração. Ou seja, deve ser aplicada em elementos construtivos que não se movimentem (ação da temperatura e da trabalhabilidade). A impermeabilização rígida aborda os seguintes tipos de materiais em sua composição

Argamassa polimérica;

Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo;
Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida;
Cristalizantes.

Segundo a IBI (2021), a impermeabilização flexível permite a formação de uma lâmina protetora que evita a penetração de água na estrutura, esse método garante a impermeabilização por meio de uma membrana de proteção, evitando assim que a água penetre dentro da estrutura da obra. Além disso, o nome flexível se dá pelo fato da sua resistência contra contrações e dilatações térmica. Alguns tipos de materiais empregados na impermeabilização flexível estão descritos a seguir:

Manta de PVC;
Mantas Asfálticas;
Membrana de polímero modificado com cimento;
Membranas asfálticas;
Membrana acrílica;

Nas Figuras 35 e 36 é possível observar a representação dos dois tipos de impermeabilização acima descritos: Impermeabilização rígida e flexível.

Figura 33 - impermeabilizante rígido



Fonte: <https://www.suaobra.com.br/home>

Figura 34 - impermeabilizante flexível



Fonte: <https://www.suaobra.com.br/home>

O exemplo de impermeabilização rígida apresentada é a manta líquida impermeabilização flexível identificado na figura 35 e a manta asfáltica, enquanto que a (membrana) figura 36.

4.3.1.2 Método utilizado no processo de impermeabilização da viga baldrame

Os procedimentos realizados pela FIBER SALS (2021) para aplicação de impermeabilização em vigas baldrames. Os procedimentos para impermeabilização de baldrames estão descritos nas NBR 9574 (ABNT, 2008) Execução de impermeabilização – Procedimento e NBR 9575 (ABNT, 2010) Impermeabilização – Seleção e projeto.

1º passo: Estudo preliminar

Todo tipo de escolha de sistema de impermeabilização deve primeiramente ser precedido de um estudo que determina a área que será impermeabilizada e qual a técnica mais adequada. Isso varia, entre outros fatores, de acordo com o tipo de elemento, nível de agressividade e exposição. No caso dos baldrames, se trata de um ambiente enterrado e, por isso, podem ser utilizados tipos de impermeabilização

rígida. Os mais comumente utilizados são a argamassa impermeável e a tinta asfáltica.

2º passo: Preparo da superfície

Respeitados todas as etapas de cura e desforma, a superfície da viga baldrame deve estar limpa e livre de impurezas como poeira, terra, desmoldantes e restos das formas, pontas de armadura. Para melhor aderência da argamassa impermeável, é necessário que seja feita uma camada de chapisco na superfície previamente.

3º passo: Preparo da argamassa impermeável

A argamassa impermeável é feita com um traço de 1:3. Primeiramente, é feita a mistura a seco de cimento areia, e o aditivo impermeabilizante deve ser diluído conforme as orientações do fabricante na água de amassamento. Uma boa prática é fazer a quantidade de massa para que ela seja usada durante um período de até 1 hora. Isso evita que a massa perca trabalhabilidade.

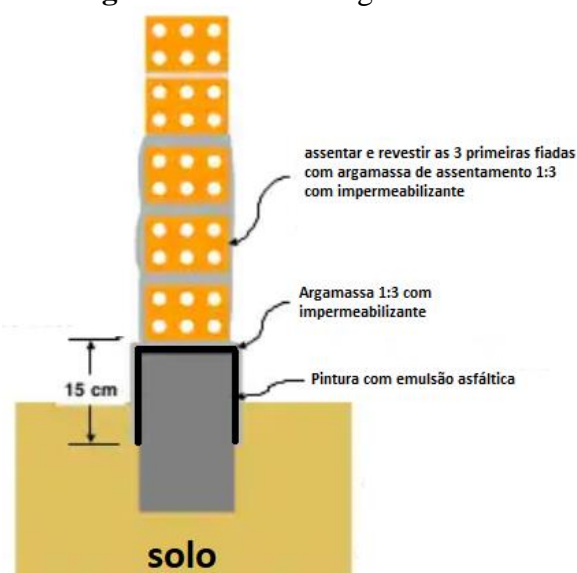
4º passo: Aplicação

A argamassa deve ser aplicada em uma espessura de 1,5 a 2cm, e a 15cm da lateral da viga baldrame. É preciso atenção para os cantos, para evitar falhas. A aplicação deve ser feita sempre de maneira contínua, e a superfície final deve ser acaba com desempenadeira.

5º passo: Cura e aplicação de tinta asfáltica

O tempo de cura devem ser rigorosamente respeitados antes da aplicação da tinta asfáltica. A pressa para começar a subir as paredes antes da hora pode resultar em falhas no processo da impermeabilização. A tinta asfáltica é aplicada em duas demãos sobre a camada de argamassa impermeabilizantes, novamente, também, respeitando as orientações indicadas pelo fabricante.

Abaixo na figura 37 é detalhado a posição dos componentes num processo de aplicação do impermeabilizante na viga baldrame.

Figura 35 - detalhe viga baldrame

Fonte: <https://www.rsengenheiro.com>

Uma prática que deve ser adotada é de utilizar a argamassa impermeabilizantes nas primeiras fiadas da parede e também nos revestimentos (emboço e reboco) das paredes internas e externas até uma altura de 1m, é um cuidado extra garantir que a impermeabilização do contrapiso encontre a impermeabilização das vigas baldrames, de maneira a diminuir as chances que ocorra a percolação de água ascendente. Em geral a impermeabilização, quando realizada ainda na fase de obra, ajuda a evitar grande parte das patologias nas estruturas de concreto armado e representam uma porcentagem muito baixa em termos de custos dentro do orçamento total de obra.

5 CONCLUSÃO

O estudo em questão teve o objetivo principal o levantamento de dados para identificar a importância da impermeabilização das fundações de uma edificação habitacional, através de livros, periódicos, revistas, artigos, sites, etc. No processo foi possível identificar que a principal causa de patologias nas fundações são as umidades, principalmente as oriundas dos solos, chuvas, e de construção próximas. Essas umidades ascende a edificação de forma capilar, se elevando para vários elementos construtivos e estruturais, deixando o local úmido e propenso a várias patologias.

Sabe-se que as umidades em contato com as fundações não impermeabilizadas, além de resultar nas manifestações patológicas, reduzem a vida útil das edificações e seus componentes, aumentando as despesas, pois será necessário a recuperação de reparo das partes atingidas e afetadas pelas patologias. Um projeto de impermeabilização adequada, que atenda as especificações e normas vigentes e seja projetado e aplicado por um profissional capacitado, tem como seu principal objetivo a eliminação dessas patologias.

Hoje o mercado da construção civil conta com vários métodos e uma variedade de produtos que atendem a qualidade técnica de execução e eficiência esperada para impermeabilizar uma fundação, são produtos definidos como flexíveis, semiflexíveis e impermeabilizantes rígidos, além de várias empresas especializada no assunto, com profissionais qualificados.

Com base no acervo bibliográficos pesquisado e expostos no trabalho, conclui-se que a impermeabilização das fundações na construção civil é indispensável, mesmo que um projeto de impermeabilização seja somente 3% de toda uma obra, seus benefícios para a edificação são vários, entre eles estão o aumento da vida útil da edificação e de seus componentes, a melhoria do conforto e a qualidade de vida de seus habitantes, proporcionado um ambiente salubre livre de mofos, fungos etc.

Foi identificado também a necessidade de compatibilizar com os demais projetos de construção e impermeabilizar seus componentes, como paredes, áreas molhadas, etc, dessa forma melhorando desempenho do edifício e eliminado quaisquer outras patologias que possam ser geradas através de outras umidades.

Para trabalhos futuros é sugerido o levantamento de benefícios do processo de impermeabilização de componentes de uma edificação, como também método e o processo de compatibilização da impermeabilização com o projeto da edificação.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: **Informação e documentação — Trabalhos acadêmicos** — Apresentação. Rio de Janeiro, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: **Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação**. Rio de Janeiro, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: **Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574: **Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575: **Impermeabilização - Seleção e projeto**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: **Desempenho de edificações habitacionais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- INTERNACIONAL STARDARD ISO 15686-1- **Buildings and constructed assets — Service life planning - Part 1: General principles**, 2011.
- INTERNACIONAL STARDARD ISO 15686-2- **Buildings and constructed assets — Service life planning - Part 2: Service life prediction procedures**, 2012
- AZEREDO, H.A. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.
- Allen, E., Iano, J., **Fundamentos da Engenharia de Edificações, Materiais e Métodos**: 5ª. ed. São Paulo, Bookman, 2013.
- Abitante A. L., Weimer, B. F., Adorno, D.da L., Centofante, R., **Processos Construtivos**; Porto Alegre: SAGAH, 2017.
- ALBUQUERQUE, P. J. A.; GARCIA, J. R. **Engenharia de Fundações**: 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020, disponível em <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521636977/cfi/6/2!/4/2/2@0:0>, acesso em 13 de junho de 2016
- AGUIAR, M. F. P. **Fundações, Estudos Geotécnicos – Investigação, Instrumentação e Monitoramento Geotécnico**. Fortaleza: INBEC, 2012.
- AMORIM et al. **Proposta de Política Industrial para construção civil, Edificações**. DECONCIC, FIESP, São Paulo, 2008

AOKI, N. & CINTRA, J. C. (1996). **Influência da variabilidade do maciço de solos no comprimento de estacas**. 3º Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia, v. I – São Paulo. Novembro, ABEF/ABMS-SP.

BARROS, C. **Apostila de fundações. Pelotas**: Instituto Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

BAUER, L. A. FALCÃO. **Materiais de construção**: 6ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2019

BILINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P.; **Patologia de Estruturas**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2019

BOTELHO, M. H. C.; **Princípios da Mecânica dos Solos E Fundações Para A Construção Civil**, São Paulo, Blucher, 2015, disponível em <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521208501/cfi/3!/4/4@0.00:0.00> acesso em 13 de junho de 2021.

Breviário, A. F. G. do, **Os três pilares da Metodologia da pesquisa Científica: O estado da arte**. 1. ed. Curitiba: Appris Ltda, 2020.

CAIADO, A. R. **Contribuição ao Estudo da Rotulagem Ambiental dos Materiais de Construção Civil**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo/USP. 2014.

CÁNOVAZ, Manuel Fernández. **Patologia e terapia do concreto armado**. 1ª edição. São Paulo: Pini, 1988.

CAMPOS, Joao Carlos de. **Elementos de Fundações em Concreto**. Sao Paulo: Oficina de Textos, 2015.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações – Fundamento**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda S.A., 1988.

CASTILHO, J. R. F., **O Arquiteto e a Lei elementos de direito da Arquitetura**, São Paulo, 2ª ed., Pillares, 2014

Civilização Engenharia, **Impermeabilização de Fundação**, disponível em <https://civilizacaoengenharia.wordpress.com/2018/09/10/impermeabilizacao-de-fundacoes/>, acesso em 13 de junho de 2021.

Corrosão, **deterioração e degradação estrutural** disponível em <https://www.m2pengenharia.com/portfolio/laudo-de-recuperacao-estrutural-condominio-no-flamengo-rj/#project-navigation-anchor>, acesso em 30 de junho de 2021.

CUNHA, Alexandra M. et al. **Construção Civil**. Porto Alegre: SAGAH, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595020498/cfi/0!/4/2@100:0.00>. Acesso em: 22 jun. 2021.

CUNHA, Aimar Gonçalves, Neumann, Walter. **Manual de Impermeabilização e Isolamento Térmico**. 5ª edição, São Paulo, 1997.

Dicionário Michaelis, **Edificação**, Editora Melhoramentos Ltda, disponível em <https://michaelis.uol.com.br/busca?id=YzA7>. Acesso em 16 de maio de 2021.

Faculdades Santo Agostinho. Revista de Ciências Exatas e Tecnológicas. Montes Claros, 2014

Federação Das Indústrias Do Estado De São Paulo - FIESP. DECONCIC, **Proposta De Política Industrial Para A Construção Civil** - Edificações. DECONCIC, FIESP, São Paulo, 2008

FIBER SALS, **tudo sobre impermeabilização de baldrame**, <https://fibersals.com.br/empresa/>, Campo Bom – RS, 2018

GIL, A. C.; **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, Atlas, 6ª ed., 2018, disponível em <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597012934/cfi/6/10!/4/6/2@0:0> acesso em 26 de maio de 2021.

HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo, Pini: 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, **O que é impermeabilização**. disponível em <http://www.ibibrasil.org.br/saiba-mais/o-que-e-impermeabilizacao>. Acesso em 09 de maio de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, **VUP-Vida-Útil-da-Impermeabilização**. disponível em http://ibibrasil.org.br/simposio2018/wp-content/uploads/2018/06/04-01-Jos%C3%A9-Eduardo-VUP-Vida-%C3%A9til-da-Impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o_15_SBI.pdf, Acesso em 10 de outubro de 2021.

INTERNACIONAL STANDARD. **Bulding and cosntructed assets – service life planning – Part 1: General principles**. ISO 15686-1: 2011

KLUPPEL, G. P; SANTANA, M. C. **Manual dos Conservação Preventiva para Edificações**. 1ª ed. Ministério da Cultura. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional Programa MONUMENTA, 2005.

MARCELLI, M. **Sinistros na Construção Civil**. São Paulo: Pini Ltda, 2007.

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO. **Área profissional, Construção Civil**, Secretaria de educação média e tecnológica, Brasília, 2000

MELLO, L. C. B. B. **Modernização das pequenas e médias empresas de Construção Civil: impactos dos programas de melhoria da gestão da qualidade**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Civil, Universidade Federal Fluminense. Niterói-RJ, 2007.

MENDES, A.S., **Dissertação Impermeabilização de fundações de edifícios e estruturas especiais**, IFT, Portugal, novembro, 2011

OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

PINHEIRO, A. C. F.B. P.; J. R. CRIVELAR, M. **Materiais de Construção**: 3 ed. São Paulo: Erica, 2020.

PADILHA, A. F. **Materiais de engenharia – Microestrutura e propriedades**. 1. ed. São Paulo: Hemus, 1997.

PEREIRA, J. M.; **Metodologia da Pesquisa Científica**. São Paulo, Atlas, 4ª ed., 2019, disponível em <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597008821/cfi/6/10!/4/2@0:0>; acesso em 26 de maio de 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de; **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Nova Hamburgo: Feevale, 2ªed, 2013: disponível em: www.feevale.br/editora Acesso em: 23 maio 2021

RECEITA FEDERAL. **Instrução Normativa nº 1845: Institui o Cadastro Nacional de Obras (CNO) e dispõe sobre o seu funcionamento**. Brasil, 2018.

SOUZA, A. L. R; BARROS, M. M. S. B; MELHADO, S. B. **Projeto e inovação tecnológica na construção de edifícios: implantação no processo tradicional e em processos inovadores**. São Paulo: EPUSP, 1995. (Boletim Técnico: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo)

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SILVA, E. L. da S., MENEZES, E. M.; **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação** . Florianópolis, UFSC, 4ª ed., 2005

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T.; **Patologia, Recuperação e Reforços de Estruturas de Concreto**. São Paulo: PINI Ltda, 1ªed, 2009

SALGADO, J. C. P.: **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. 4ª ed. São Paulo: Érica, 2018. Disponível em <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536528502/cfi/6/2!/4/2@0:0> Acesso em: 22 jun. 2021.

TURBIANI, R..., **Inquilino indesejável: conheça os perigos do mofo para a saúde...** Disponível em <https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2021/01/18/inquilino-indesejavel-conheca-os-perigos-do-mofo-para-a-saude.htm?next=0001H1799U22N>, Acesso em: 15 out. 2021.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991

VELLOSO, D. A. LOPES, F. R. Fundações, critérios de projeto – investigação do subsolo. São Paulo: Oficina dos Textos, 2004.

VERGARA, S. C., **Projetos e Relatórios de pesquisa em Administração**, São Paulo, 2ª ed., Atlas, 1998

Vedacit, Manual Técnico, **Impermeabilização de Estruturas**, São Paulo, 6ªed, 2010

ZANELLA, L. C. H., **Metodologia de pesquisa**. Florianópolis, UFSC, 2ª ed., 2013

APÊNDICE

APÊNDICE A - Artigo Aprovado: Importância da Impermeabilização das Fundações
uma Edificação Habitacional



ISSN: 2675-1879

IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO DAS FUNDAÇÕES UMA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL

IMPORTANCE OF WATERPROOFING OF FOUNDATIONS A HOUSING BUILDING

ALAN DE SOUZA DA SILVA
CARLA ANGÉLICA VIDOTT LOPES
MARCOS PAULO HENRY DE MELO
MARCOS MARQUES MOREIRA ROCHA

RESUMO

Dentro da construção civil, as fundações são extremamente importantes, o acompanhamento dos problemas patológicos desses elementos é fundamental para o desempenho, durabilidade, salubridade e segurança de uma edificação. As patologias relacionadas a falhas nos sistemas de impermeabilização representam uma quantidade significativa de obras de reparação em uma edificação. A umidade é um dos maiores problemas de patologias na edificação, ainda que as fundações não fiquem expostas às intempéries, como sol e chuva, elas ficam em contato constante com a umidade do solo. A falta de um projeto de impermeabilização ou até mesmo um projeto mau executado, podem ocasionar danos a uma edificação, devido o contato com a umidade existentes, ocasionando várias patologias, como mofo, bolor, manchas nas paredes, eflorescências, podendo gerar patologias mais graves como a corrosão, oxidação das ferragens e a deterioração dos materiais de uma edificação. Uma boa impermeabilização traz a edificação um ambiente salubre, proteção da construção contra a passagem de fluidos, aumento a vida útil da edificação e de seus componentes. Existem vários métodos de impermeabilização para as fundações, como a argamassa e o cimento polimérico, manta asfáltica, resina epóxi, impermeabilização com lonas. Um projeto de impermeabilização bem feito e capaz de trazer vários benefícios a uma edificação, porém é necessária uma manutenção adequada para que se atenda a vida útil esperada.

Palavras-chave: Fundações. Impermeabilizantes. Umidade. Patologias. Edificação.

ABSTRACT

Within civil construction, foundations are extremely important, monitoring the pathological problems of these elements is essential for the performance, durability, health and safety of a building. The pathologies related to faults in waterproofing systems represent a significant amount of repair works in a building. Humidity is one of the biggest problems of building pathologies, although foundations are not exposed to bad weather, such as sun and rain, they are in constant contact with soil moisture. The lack of a waterproofing project or even a poorly executed project can cause damage to a building, due to contact with existing moisture, causing various pathologies, such as mold, mildew, stains on the walls, efflorescence, which can generate more serious pathologies such as corrosion, oxidation of hardware and deterioration of building materials in a building. Good waterproofing brings the building to a healthy environment, protects the building against the passage of fluids, increases the useful life of the building and its components. There are several waterproofing methods for foundations, such as mortar and polymeric cement, asphalt blanket, epoxy resin, waterproofing with tarpaulins. A well-made waterproofing project capable of bringing several benefits to a building, but proper maintenance is required to meet the expected useful life.

Keywords: Foundations. Waterproofing. Moisture. Pathologies. Edification.

Correspondência/Contato

FEAMIG

Rua Gastão Bráulio dos Santos, 837
CEP 30510-120
Fone (31) 3372-3703
<http://www.feamig.br/revista>

Editora responsável

Raquel Ferreira de Souza
raquel.ferreira@feamig.br

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das áreas que mais cresceu ao longo do tempo e vem se expandindo em decorrência do desenvolvimento populacional, atrelado ao avanço tecnológico. O crescimento muito acelerado da construção civil provocou a necessidade de inovações, trazendo também, a aceitação de certos riscos, que demandam um maior conhecimento sobre estruturas e materiais. Embora novas tecnologias tenham surgido no mercado e novos materiais desenvolvidos para a construção civil, as edificações estão apresentando cada vez mais manifestações patológicas das mais diversificadas.

Os surgimentos de patologias podem ocorrer das mais diversificadas formas e em diversos elementos que integra uma edificação. As fundações são componentes estruturais responsáveis por conduzir as cargas das edificações para o solo, e quando mal executadas refletem em outros componentes, como por exemplo nas alvenarias em formas de fissuras, rachaduras e outros danos. Esses problemas podem surgir pela negligência nas etapas de caracterização do desempenho e investigação do solo, na análise e projeto das fundações, na execução das fundações e na falta da impermeabilização acarreta antes do processo da construção.

A impermeabilização é uma técnica utilizada na construção civil que envolve a aplicação de produtos especiais, com o propósito de proteger as superfícies de diversos elementos de uma construção civil, contra a passagem de fluidos para esses componentes. Ela funciona como uma barreira física para impedir a proliferação da umidade e infiltrações.

Assim exposto, o objetivo geral deste trabalho será apresentar a importância da impermeabilização das fundações na construção civil, para isso, será debatido sobre as patologias associadas à falta ou falha na utilização desse sistema e descrever um processo de impermeabilização, e suas diferenças e aplicações, tentando impulsionar e estimular, sobre a utilização de impermeabilizantes na construção civil. A análise contida neste trabalho se faz por meio de uma metodologia fundamentada no estudo bibliográficos, de artigos, livros e revistas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.2 Fundações

Segundo norma NBR 6122 – ABNT, (2019), as fundações são elementos estruturais cuja seu principal propósito é conduzir as cargas provenientes da estrutura de uma edifica-

ção ao terreno. Para este fim, as fundações necessitam possuir resistência adequada para que possa suportar todas as tensões atuantes na mesma.

2.2.1 Fundações diretas ou superficiais ou rasas

As fundações diretas, também conhecidas como fundações Rasas ou Superficiais, são fundação em que a carga é transmitida ao terreno pelas tensões distribuídas sobre a base da fundação, e a sua profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente à fundação, é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação NBR 6122 – ABNT,(2019), Segundo Veloso e Lopes (2004), os tipos de fundação superficiais, são divididos em: sapata, bloco, radier, sapata associada, sapata corrida, viga de fundação e grelha.

2.2.2 Fundações profundas ou indiretas

As fundações Profundas, também conhecidas como Fundações indiretas, elementos que transmitem a carga da estrutura para o terreno tanto pela base, conhecida como resistência de ponta, quanto pela superfície lateral do elemento que é denominada de resistência de fuste ou atrito lateral, ou por uma combinação das duas, devendo sua ponta ou base estar situado em uma profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, com no mínimo 3 metros de profundidade, tipo Estacas e Tubulões (NBR 6122 - ABNT, 2019).

2.2.3 Elementos necessário na escolha da fundação

Para Velloso e Lopes (2004), para a execução de um projeto de fundação, é necessário um conhecimento no campo do Cálculo Estrutural na análise estrutural e dimensionamento de estruturas de concreto armado, protendido, em aço e em madeira, enquanto que no domínio da Geotecnia são importantes os conhecimentos no estudo de Geologias de Engenharia e Mecânica dos Solos e das Rochas.

2.3 Estudo Geotécnico

Aguiar (2012) informa que o principal objetivo da realização das investigações geotécnicas é a obtenção de dados relativos ao subsolo, em outras palavras, é a apuração da disposição do solo, sua natureza e a espessura de suas camadas, utilizando suas características pertinentes de forma que ajude a solucionar o problema em questão, para um melhor planejamento e execução da obra no que se refere aos aspectos técnicos e econômicos. Uma investigação satisfatória e adequada do subsolo é de fundamental importância para o sucesso do empreendimento.

Para Caputo (1988), deve ser considerando em um estudo geotécnico as características do terreno como, atureza e propriedades dos solos, sucessão e disposição das camadas do solo, presença de água e a posição do nível d'água e o Modelo estrutural adotado (tipo da estrutura, carregamentos e grau de rigidez).

2.3.1 Presença de água no solo

De acordo com a NBR 9575 (ABNT,2010), a água presente no solo pode se apresentar como água sob pressão negativa, que são aquelas, confinada ou não, que exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa (0,1 m.c.a), de forma inversa à impermeabilização e a água sob pressão positiva, é a água, confinada ou não, que exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa (0,1 m.c.a), de forma direta à impermeabilização.

A água e a umidade são elementos que quando em contato com os materiais da construção civil são capazes de gerar graves problemas na edificação, além de criar um ambiente úmido, frio e insalubre serve de propagador de outros ataques a edificação, (KLUPPEL E SANTANA 2015). A presença de água nos solos pode ser ocasionado de várias maneiras são elas, as umidades provenientes das construções, das chuvas, trazida por capilaridade, vazamentos e condensação (KLUPPEL E SANTANA 2015). Na Tabela 01, seguem essas umidades detalhadas:

Tabela 01 – Origem da umidade nas construções

Origens	Presente na
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto; Confecção de argamassas; execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Coberturas (telhados); Paredes, Lajes de terraço
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade Resultante de vazamento de redes de água e esgotos	Paredes, telhados, pisos, terraços
Umidade de Condensação	Paredes, forros e pisos; Peças com pouca ventilação, banheiros, cozinha e garagens

Fonte: Klein (1988) apud Revista de Ciências exatas e Tecnológicas da Faculdade Santo Agostinho, (2015)

Segundo o IBI Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2021) a umidade Ascendente, também conhecida como umidade de Absorção e capilaridade, é caracterizada pela absorção de água dos solos úmidos pelas estruturas de fundação, bem como dos revestimentos aplicados no chão, por meio de canais capilares que migram até as paredes e pisos, resultando em manifestações patológicas nestes subsistemas. Segundo a NBR 15575 - ABNT, (2013), a água é o principal agente de degradação de um amplo grupo de materiais de construção, estando presente no solo, na atmosfera, nos sistemas e procedimentos de higiene da edificação, ocasionado várias patologias.

2.4 Patologias

Helene (1992), conceitua-se como Patologia a parte da Engenharia que examina os sintomas, o mecanismo, as origens e as causas das falhas das construções civis, em outras palavras, é o estudo de todos os componentes que constituem a identificação do problema. Segundo Heleno (1992) as patologias em uma edificação possuem várias causas, sendo uma delas a umidade., na Tabela 02 estão descritas essas patologias, suas causas e efeito

Tabela 01 – Principais patologias causadas pela infiltração

Patologias	Causa/Efeito - Infiltração
Goteiras, manchas emparedes e gessos	Devido à saturação de água
Mofo	Devido ao desenvolvimento de fungos, ocasionando o apodrecimento de madeiras e a desagregação de revestimentos.
Oxidação	Devido a Reação química que ocorre nos metais
Eflorescência (formação principalmente de manchas brancas)	Devido à formação de sais solúveis que se depositam na superfície dos materiais
Criptoflorescência (similar à eflorescência, porém há a formação de cristais no interior da parede ou estrutura)	Aumento do volume da parede ou estrutura, resulta na desagregação dos materiais
Condensação	Devido ao agrupamento de moléculas de água causando pelo resfriamento do ambiente
Ação de congelamentos (ocorre principalmente nos Estados do Sul do Brasil)	Congelamento da umidade nos poros dos materiais
Deterioração	Devido À presença constante de umidade sobre materiais ou estruturas

Fonte: Cunha et al. (2017, pg. 301)

Souza (2009), afirma que problemas ocasionados pela umidade podem trazer consequências graves, trazendo grande desconforto para os moradores, e deterioração a construção, sendo soluções difíceis e caras demais para serem corrigidas. Na atualidade já se utilizam técnicas e materiais tendo com o objetivo a criação de barreiras física ou química para deter a umidade, onde se apresenta as principais patologias em uma fundação, por falhas ou ausência de uma impermeabilização. (MILITITSKY, CONSOLI E SCHNAID, 2015).

2.5 Impermeabilização

Segundo a NBR 9575 – ABNT, (2010), impermeabilização é o conjunto de operações e técnicas construtivas, que tem por finalidade a proteção das construções contra a ação de fluidos, ou seja, é uma soma de elementos que tem como objetivo proteger as construções contra a ação destrutiva de fluidos, de vapores e da umidade.

2.5.1 Classificação das impermeabilizações

Para Salgado (2018), as impermeabilizações podem ser classificadas como, Rígidos, Semiflexíveis e Flexíveis:

Rígidos: são impermeabilizantes que atuam no sistema capilar como aditivos, preenchendo os vazios de todos os poros, impedindo a percolação da água, eles não apresentam a propriedade de trabalhar com a estrutura principal da edificação, são misturados aos concretos e às argamassas destinadas ao assentamento de elementos de alvenaria e revestimentos, o uso mais comum são:

- a) Impermeabilização de vigas baldrame;
- b) Impermeabilização de argamassas, concretos e revestimentos;
- c) Tratamento de subsolos, túneis;
- d) Revestimento em piscinas, caixas-d'água e reservatórios

Semiflexíveis: são revestimentos impermeabilizantes constituídos por materiais que possuem dilatação e flexibilidade, eles conseguem se adaptar à estrutura, podendo absorver pequenas movimentações ou acomodações e suportar pressões negativas e positivas, abaixo o uso mais comum deste tipo de impermeabilizante:

- a) Impermeabilização de superfícies de concreto, argamassa, alvenaria e aço;
- b) Impermeabilização de pequenas lajes e terraços.

Flexíveis: são impermeabilizantes que possuem em sua composição materiais que modificam as características elásticas do produto, pois recebem adições de polímeros, elastômeros etc., podendo absorver considerável movimentação estrutural, o uso desse impermeabilizante é mais comum em impermeabilização de lajes, banheiros, caixas-d'água, reservatórios e piscinas, e são divididos em dois grupos, as emulsões e as mantas, abaixo segue detalhes sobre eles:

- a) Emulsões: elementos a base de elastômeros sintéticos e betumes emulsionados ou de base acrílica. Quando aplicados, a quente ou a frio, formam um filme impermeabilizante, elástico e de elevada aderência.
- b) Mantas: A manta asfáltica é um tipo de impermeabilização flexível cada vez mais utilizada, pois garante excelente tratamento, principalmente sobre lajes e coberturas.

Segundo o manual da VEDACIT (2010), as principais funções da impermeabilização são:

- a) Aumentar a vida útil das estruturas;
- b) Impedir a corrosão das armaduras do concreto;
- c) Proteger as superfícies da umidade, manchas, fungos, etc.

- d) Ambientes salubres;
- e) Preservar o patrimônio contra o intemperismo.

2.5.2 Aplicação da impermeabilização

De acordo com a NBR 9574 – ABNT, (2008), - Execução de impermeabilização – Procedimento e com a NBR 9575 – ABNT, (2010) - Impermeabilização - Seleção e projeto, a escolha pelo sistema de impermeabilização deve ser precedida de um estudo preliminar para definir as áreas a serem tratadas e as alternativas de soluções impermeabilizantes.

A NBR 9575 – ABNT, (2010) fala que a compatibilização e o desenvolvimento do projeto de impermeabilização devem ser em conjunto aos projetos de arquitetura, estrutural, hidráulico-sanitário, águas pluviais, gás, elétrico, revestimento, paisagismo e outros, para que assim sejam previstas as correspondentes especificações em termos de tipologia, dimensões, cargas, ensaios e detalhes construtivos. No projeto básico de impermeabilização deve constar: definição das áreas a serem impermeabilizadas e equacionamento das interferências existentes entre todos os elementos e componentes construtivos; definição dos sistemas de impermeabilização. NBR 9575 – ABNT, (2010).

O tipo adequado de impermeabilização a ser empregado na construção civil deve ser determinado segundo a solicitação imposta pelo fluido nas partes construtivas que requeiram estanqueidade, projeto básico de impermeabilização deve ser realizado para obras de construção civil de uso público, coletivo e privado, por profissional legalmente habilitado” NBR 9575 - ABNT, (2010).

2.5.3 Impermeabilização de fundações

Segundo Cánovas (1988), as fundações são muito sensíveis à ação dos agentes agressivos do tipo químico que o terreno onde estão inseridas, possa conter, ou que acompanhem as águas que estão em contato com ela. Para ele, dependendo das circunstâncias, a água é o elemento motor da corrosão no concreto e nas armaduras, e a melhor forma de proteção para as fundações é isolar águas agressivas, se possível dispondo de drenagens profundas em todo perímetro do edifício, essas devem ser apropriadamente impermeabilizadas, buscando evitar o surgimento de patologias.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa se classifica como pesquisa aplicada, uma vez que buscar identificar a importância de um problema de engenharia referente a utilização de impermeabilizantes das fundações na construção civil. Baseando-se em bibliografias, obtidos através documentos

de sites, livros, revistas, artigos, periódicos, artigos científicos, páginas de web sites, etc. O trabalho baseasse em processos de impermeabilização das principais fundações utilizadas na construção civil no Brasil, no seu universo foram definidos como amostras os processos de impermeabilização para as fundações. Esses dados foram coletados em âmbito nacional, a partir de sites especializados no assunto, periódicos, simpósios, livros, revistas e Artigos publicados entre 1991 a 2020, foi utilizado também um livro de 1991 de um autor reconhecido na área.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Patologias Geradas pela Falta de Impermeabilização nas Fundações

Botelho (2015), Verçosa (1991) e Marcelli (2007) identifica que nas fundações, as principais causas de patologias são as umidades oriundas da umidade ascendente por capilaridade, pois a umidade presente no solo pode chegar a mais de cinco metros de ascensão no solo e 0,70 a 0,80 cm na alvenaria. Esses autores identificam que as principais patologias geradas nas fundações são manchas na parede, mofo, eflorescências, corrosão, perda de pinturas, rebocos, pisos, chegando até mesmo a degradação da fundação e da edificação

4.1.7 Patologias mais frequentes encontradas devido à falta de impermeabilização

Tabela 03 – Principais patologias encontradas pela falta de impermeabilização

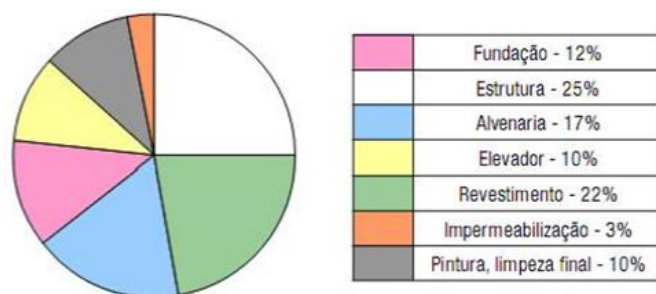
Patologias	Local
Mofo/Bolor/Machas	Paredes logo acima do Rodapé
Bolhas na pintura	Paredes
Deterioração ou Degradação	Rodapé, paredes, pisos, fundação, alvenaria
Eflorescências e cripta eflorescência	Paredes e pisos
Lixiviação	Paredes e Pisos

Fonte: (2021) a partir de dados coletados no IBI (2021)

4.2 Benefícios da Utilização da Impermeabilização

Para Mendes (2011) a reabilitação das fundações torna-se quase impossível de realizar, por tratar de uma zona de difícil acesso após o seu aterro. Como tal, na fase inicial de construção aconselha-se um maior investimento a este nível, evitando intervenções futuras, que se refletirão em custos elevados no futuro, no gráfico 01 é apresentado o gasto de uma obra civil.

Gráfico 01 – Gasto de uma obra de construção civil



Fonte: Vedacit (2021)

A falta de impermeabilização das fundações pode causar várias manifestações patológicas com potencial de afetar a durabilidade e o seu desempenho, tornando a edificação comprometida, além de trazer doenças para os moradores. Para evitar tais patologias já existem vários sistemas de impermeabilização disponíveis no mercado, as NBR 9575 (ABNT, 2010), Impermeabilização - Seleção e projeto e a NBR 9574 (ABNT, 2008), Execução de impermeabilização, são normas que estabelece as exigências e recomendações relativas à seleção e projeto de impermeabilização, para que sejam atendidos os requisitos mínimos de proteção da construção contra a passagem de fluidos, bem como os requisitos de salubridade, segurança e conforto do usuário.

4.2.1 Proteção da construção contra a passagem de fluidos

Conforme a NBR 9574 (ABNT, 2008), ela estabelece as exigências e recomendações relativas à execução de impermeabilização para que sejam atendidas as condições mínimas de proteção da construção contra a passagem de fluidos, efetuando a impermeabilização correta com materiais de qualidade, a construção terá uma proteção contra os fluídos que causam diversas patologias na construção, que em períodos chuvosos acontece com mais frequência, que é a umidade ascendente, que são geradas pela capilaridade da água presente no solo, subindo contra a gravidade pelas fundações.

Para Mendes a ao longo da vida útil da membrana, esta terá tendência a alongar de modo a manter cobertas eventuais fissuras ou fendas, impossibilitando contacto da água com a fundação, dessa forma a impermeabilização da fundação deve cumprir de forma adequada aos requisitos de resistência à água sob pressão, o bloqueio da passagem do vapor de água para o interior do edificado e a garantia de que as fissuras ou fendas já existentes ou que se possam formar a posterior permanecem cobertas.

4.2.2 Aumento da vida útil da edificação e de seus componentes

Para NBR 6118 (ABNT 2014), vida útil de projeto é o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor, bem como de exe-

cução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais. Segundo a norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013) a vida útil do projeto (VUP) mínima para estruturas de concreto deve ser igual ou superior a 50 anos.

Para descobrir a Vida Útil do Projeto (VUP) o IBI Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2018), elaborou um método fatorial (2018) com base na ISO 15686 – Edifícios e Bens Construídos – Planejamento de Vida Útil, com o objetivo de calcular a vida útil estimada de projeto, se aplicando métodos fatoriais, se obtém formula a seguir para o cálculo de sugestão de Vida Útil de Projeto:

A formula de método fatorial é Vida útil de projeto (VUP) =
 $VUR * \sum A / n * \sum B / n * \sum C / n * \sum D / n * \sum E / n * \sum F / n$;
 Onde:
 VUP= Vida Útil de Projeto
 VUR= Vida Útil de Referência
 A, B, C, D, E, F= Fatores que interferem com a impermeabilização
 n = número de fatores da categoria somada; por exemplo na categoria A, temos A1, A2 e A3, portanto “n” = 3

Utilizando os fatores de projeto como normal para uma fundação qualquer, utilizado o VUP mínimo de 50 anos estimado na NBR 15575-1 (ABNT, 2013). Seguindo esse método fatorial, temos uma sugestão de VUP, que se considerarmos os melhores médio, teremos um índice fatorial de 1, que para estruturas de concreto o mínimo exigido é de 50 anos de VUP, chegando em uma Vida Útil de Projeto de 50 anos (atendendo a norma 15575-1), mas se fosse considerado os pior índice para o item B - Nível do projeto, iriam obter um índice fatorial de 0,80, que reduziria a VUP para aproximadamente 40 anos.

Conforme a NBR 15575-1 (ABNT, 2013) O valor real de tempo de vida útil será uma composição do valor teórico de Vida Útil Projetada devidamente influenciado pelas ações da manutenção, da utilização, da natureza e da sua vizinhança. As negligências no cumprimento integral dos programas definidos no manual de operação, uso e manutenção da edificação, bem como ações anormais do meio ambiente, irão reduzir o tempo de vida útil, podendo este ficar menor que o prazo teórico calculado como Vida Útil Projetada.

4.2.2 Requisitos de salubridade

A falta de impermeabilização está diretamente ligada a requisitos de salubridade, pois através das patologias geradas, pela falta da impermeabilização das fundações, o local devido a umidade fica propício, para o crescimento de mofo e bolor. O mofo de acordo Amorim, Ricardo (2021), se trata de um fungo (mais comumente o *Aspergillus fumigatus*). Quando se reproduz, forma colônias, e são elas que dão aquele aspecto escuro, acinzentado ou esverdeado, às paredes e aos objetos e, enquanto faz isso, solta esporos, que ficam em suspensão no ar e acabam sendo inalados pelas pessoas.

4.2 Práticas Adotadas e Tipos de Materiais Utilizado na Impermeabilização

Para Mendes (2011), mesmo existindo inúmeros tipos de fundações, nem todas são passíveis de serem impermeabilizadas, isso é devido ao seu modo de execução ou acessibilidade. Nas possíveis fundações a impermeabilizar, estão incluídas as sapatas, sapatas isoladas, sapatas contínuas ou sapatas agrupadas; os radieis em gerais, viga baldrame, e o maciço de encabeçamento de estacas, todas essas são possível acesso antes da execução em alguns casos após. Para um melhor entendimento de um processo de impermeabilização será detalhado abaixo os processos de impermeabilização de uma Viga Baldrame.

4.2.1 Impermeabilização em vigas baldrames

A umidade ascendente nas paredes é uma patologia bastante comum e é um sinal de que os baldrames não foram devidamente impermeabilizados. A execução, mais simples é de uma camada de 1,5 cm de espessura de argamassa de cimento e areia media, lavada, 1:3, com aditivo impermeabilizante, assim evitando os problemas mais comum, como (Cunha, 1997).

4.2.1.1 Impermeabilização em vigas baldrames

De maneira sucinta, os tipos de impermeabilização existentes se segmentam em dois longos grupos: Impermeabilização rígida e impermeabilização flexível. A impermeabilização rígida, conforme prescreve a NBR 9575 (ABNT, 2010) é o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas não sujeitas à fissuração. Ou seja, deve ser aplicada em elementos construtivos que não se movimentem (ação da temperatura e da trabalhabilidade). A impermeabilização rígida aborda os seguintes tipos de materiais em sua composição

- Argamassa polimérica;
- Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo;
- Cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida;
- Cristalizantes.

Segundo a IBI (2021), a impermeabilização flexível permite a formação de uma lâmina protetora que evita a penetração de água na estrutura, esse método garante a impermeabilização por meio de uma membrana de proteção, evitando assim que a água penetre dentro da estrutura da obra. Além disso, o nome flexível se dá pelo fato da sua resistência contra contrações e dilatações térmica. Alguns tipos de materiais empregados na impermeabilização flexível estão descritos a seguir:

- Manta de PVC;
- Mantas Asfálticas;

Membrana de polímero modificado com cimento;

Membranas asfálticas;

Membrana acrílica;

4.2.1.2 Método utilizado no processo de impermeabilização da viga baldrame

Os procedimentos realizados pela FIBER SALS (2021) para aplicação de impermeabilização em vigas baldrames. Os procedimentos para impermeabilização de baldrames estão descritos nas NBR 9574 (ABNT, 2008) Execução de impermeabilização – Procedimento e NBR 9575 (ABNT, 2010) Impermeabilização – Seleção e projeto.

1º passo: Estudo preliminar

Todo tipo de escolha de sistema de impermeabilização deve primeiramente ser precedido de um estudo que determina a área que será impermeabilizada e qual a técnica mais adequada. Isso varia, entre outros fatores, de acordo com o tipo de elemento, nível de agressividade e exposição. No caso dos baldrames, se trata de um ambiente enterrado e, por isso, podem ser utilizados tipos de impermeabilização rígida. Os mais comumente utilizados são a argamassa impermeável e a tinta asfáltica.

2º passo: Preparo da superfície

Respeitados todas as etapas de cura e desforma, a superfície da viga baldrame deve estar limpa e livre de impurezas como poeira, terra, desmoldantes e restos das formas, pontas de armadura. Para melhor aderência da argamassa impermeável, é necessário que seja feita uma camada de chapisco na superfície previamente.

3º passo: Preparo da argamassa impermeável

A argamassa impermeável é feita com um traço de 1:3. Primeiramente, é feita a mistura a seco de cimento areia, e o aditivo impermeabilizante deve ser diluído conforme as orientações do fabricante na água de amassamento. Uma boa prática é fazer a quantidade de massa para que ela seja usada durante um período de até 1 hora. Isso evita que a massa perca trabalhabilidade.

4º passo: Aplicação

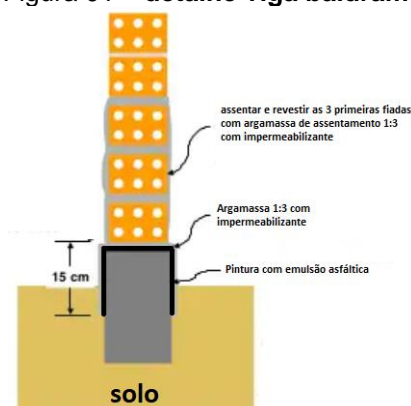
A argamassa deve ser aplicada em uma espessura de 1,5 a 2cm, e a 15cm da lateral da viga baldrame. É preciso atenção para os cantos, para evitar falhas. A aplicação deve ser feita sempre de maneira contínua, e a superfície final deve ser acaba com desempenadeira.

5º passo: Cura e aplicação de tinta asfáltica

O tempo de cura devem ser rigorosamente respeitados antes da aplicação da tinta asfáltica. A pressa para começar a subir as paredes antes da hora pode resultar em falhas no processo da impermeabilização. A tinta asfáltica é aplicada em duas demãos sobre a

camada de argamassa impermeabilizantes, novamente, também, respeitando as orientações indicadas pelo fabricante. Abaixo na figura 36 é detalhado a posição dos componentes num processo de aplicação do impermeabilizante na viga baldrame.

Figura 01 – detalhe viga baldrame



Fonte: <https://www.rsengenheiro.com>

Uma prática que deve ser adotada é de utilizar a argamassa impermeabilizantes nas primeiras fiadas da parede e também nos revestimentos (emboço e reboco) das paredes internas e externas até uma altura de 1m, é um cuidado extra garantir que a impermeabilização do contrapiso encontre a impermeabilização das vigas baldrames, de maneira a diminuir as chances que ocorra a percolação de água ascendente. Em geral a impermeabilização, quando realizada ainda na fase de obra, ajuda a evitar grande parte das patologias nas estruturas de concreto armado e representam uma porcentagem muito baixa em termos de custos dentro do orçamento total de obra.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo em questão teve o objetivo principal o levantamento de dados para identificar a importância da impermeabilização das fundações de uma edificação habitacional, através de livros, periódicos, revistas, artigos, sites, etc. No processo foi possível identificar que a principal causa de patologias nas fundações são as umidades, principalmente as oriundas dos solos, chuvas, e de construção próximas. Essas umidades ascende a edificação de forma capilar, se elevando para vários elementos construtivos e estruturais, deixando o local úmido e propenso a varias patologias.

Sabe-se que as umidades em contato com as fundações não impermeabilizadas, além de resultar nas manifestações patológicas, reduzem a vida útil das edificações e seus componentes, aumentando as despesas, pois será necessário a recuperação de reparo das partes atingidas e afetadas pelas patologias. Um projeto de impermeabilização adequada, que atenda as especificações e normas vigentes e seja projetado e aplicado por um profissional capacitado, tem como seu principal objetivo a eliminação dessas patologias.

Hoje o mercado da construção civil conta com vários métodos e uma variedade de produtos que atendem a qualidade técnica de execução e eficiência esperada para impermeabilizar uma fundação, são produtos definidos como flexíveis, semiflexíveis e impermeabilizantes rígidos, além de várias empresas especializada no assunto, com profissionais qualificados.

Com base no acervo bibliográficos pesquisado e expostos no trabalho, conclui-se que a impermeabilização das fundações na construção civil é indispensável, mesmo que um projeto de impermeabilização seja somente 3% de toda uma obra, seus benefícios para a edificação são vários, entre eles estão o aumento da vida útil da edificação e de seus componentes, a melhoria do conforto e a qualidade de vida de seus habitantes, proporcionado um ambiente salubre livre de mofos, fungos etc.

Identificamos também a necessidade de compatibilizar com os demais projetos de construção e impermeabilizar seus componentes, como paredes, áreas molhadas, etc. Dessa forma melhorando desempenho do edifício e eliminado quaisquer outras patologias que possa ser gerada através de outras umidades.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: **Informação e documentação — Trabalhos acadêmicos** — Apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: **Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação**. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: **Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: **Desempenho de edificações habitacionais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

INTERNACIONAL STARDARD ISO 15686-1- **Buildings and constructed assets — Service life planning - Part 1: General principles**, 2011.

INTERNACIONAL STARDARD ISO 15686-2- **Buildings and constructed assets — Service life planning - Part 2: Service life prediction procedures**, 2012

AZEREDO, H.A. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

BOTELHO, M. H. C.; **Princípios da Mecânica dos Solos E Fundações Para A Construção Civil**, São Paulo, Blucher, 2015, disponível em <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521208501/cfi/3!/4/4@0.00:0.00> acesso em 13 de junho de 2021.

CÁNOVAZ, Manuel Fernández. **Patologia e terapia do concreto armado**. 1ª edição. São Paulo: Pini, 1988.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações – Fundamento**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda S.A., 1988.

Faculdades Santo Agostinho. Revista de Ciências Exatas e Tecnológicas. Montes Claros, 2014

HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo, Pini: 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. disponível em <https://ibibrasil.org.br/>, Acesso em 09 de maio de 2021.

KLUPPEL, G. P; SANTANA, M. C. **Manual dos Conservação Preventiva para Edificações**. 1ª ed. Ministério da Cultura. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional Programa MONUMENTA, 2005.

MARCELLI, M. **Sinistros na Construção Civil** . São Paulo: Pini Ltda, 2007.

MENDES, A.S., **Dissertação Impermeabilização de fundações de edifícios e estruturas especiais**, IFT, Portugal, novembro, 2011

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T.; **Patologia, Recuperação e Reforços de Estruturas de Concreto**. São Paulo: PINI Ltda, 1ªed, 2009

SALGADO, J. C. P.: **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. 4ª ed. São Paulo: Érica, 2018. Disponível em <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536528502/cfi/6/2!/4/2@0:0> Acesso em: 22 jun. 2021.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991

VELLOSO, D. A. LOPES, F. R. Fundações, critérios de projeto – investigação do subsolo. São Paulo: Oficina dos Textos, 2004.

Vedacit, Manual Técnico, **Impermeabilização de Estruturas**, São Paulo, 6ªed, 2010