

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

HALLISON LEÔNIDAS CARDOSO ROSSETO

**PROCESSOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

BAURU
2016

HALLISON LEÔNIDAS CARDOSO ROSSETO

**PROCESSOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Me. Ricardo Ramos da Rocha.

BAURU
2016

Rosseto, Hallison Leônidas Cardoso

R829p

Processos de impermeabilização na construção civil / Hallison Leônidas Cardoso Rosseto. -- 2016.

81f. : il

Orientador: Prof. Me. Ricardo Ramos da Rocha.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Sagrado Coração - Bauru – SP.

1. Impermeabilização. 2. Estanqueidade. 3. Infiltração. I. Rocha, Ricardo Ramos da. II. Título.

HALLISON LEÔNIDAS CARDOSO ROSSETO

PROCESSOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Me. Ricardo Ramos da Rocha.

Banca examinadora:

Prof. Me. Ricardo Ramos da Rocha
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Esp. Celso Antônio Donizeti da Silva
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Me. Carlos Alberto Neme Daré
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 02 dezembro de 2016.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família por todo apoio, principalmente minha mãe, que me deu suporte para chegar até aqui.

Agradeço a todos os professores pelo conhecimento proporcionado nessa jornada para minha formação profissional.

Ao meu orientador Ricardo Ramos da Rocha, por toda contribuição na elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos que me auxiliaram e sempre estiveram presentes durante essa importante etapa da minha vida.

E a todos que de alguma forma fizeram parte da minha formação.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de destacar a importância da impermeabilização na construção civil, visto o inconveniente causado pela ação da água na mesma, demonstrando o processo necessário para obtenção da estanqueidade das partes construtivas requerentes. Para tal foi realizado inicialmente uma pesquisa bibliográfica que traz consigo o englobamento das etapas necessárias para obtenção de resultados satisfatórios contra a infiltração de umidade que podem derivar em problemas patológicos, resultando à edificação, insalubridade e depreciação. Fixando a ideia que um planejamento adequado para implantação de uma impermeabilização, durante a construção, gera um gasto inferior do que posteriormente, quando surgirem inconvenientes que necessitam de reparos. Além de ressaltar que todo procedimento requer conhecimento necessário do responsável da obra, cabendo analisar corretamente os meios de infiltrações, patologias recorrentes, a escolha adequada do sistema de impermeabilização, as características dos produtos e os demais componentes necessários para prevenir possíveis falhas na impermeabilização. Com intuito de destacar a importância do mesmo, foi realizada uma coleta de dados em edificações habitacionais para demonstrar os problemas mais comuns encontrados devido à umidade, relacionando as suas possíveis causas. Por fim, foi detalhado o procedimento de impermeabilização de áreas de baldrame, lajes e reparo de paredes, áreas que a vedação contra passagem de fluídos é essencial.

Palavras-chave: Impermeabilização. Estanqueidade. Infiltração.

ABSTRACT

This paper was developed to show the importance of waterproofing in construction industry, due to the problems that water infiltration can cause. In order to do so, first, a bibliographical research was conducted to bring out all the steps necessary to achieve satisfactory results against humidity infiltration that can develop into pathological issues, depreciating and putting the building at risk. Fixating the idea that an adequate planning to waterproof a building while it is being built will incur in an inferior cost than trying to waterproof it later. All procedures demand knowledge from the responsible for the building project, it is his role to analyze means of infiltration, product characteristics, choose an adequate system of waterproofing. Aiming to reinforce the importance of waterproofing, data was collected in residential buildings to show the most common problems regarding humidity, analyzing its probable causes. To end the research, an analysis of waterproofing process of balconies, grade beams and wall restoration was conducted, for these are areas in which fluid blockage is essential.

Keywords: Impermeabilization. Watertightness. Infiltration.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Custos de etapas construtivas	10
Figura 02 - Tipos de umidades presentes na construção.....	15
Figura 03 - Umidade acidental	17
Figura 04 - Infiltração capilar.....	18
Figura 05 - Percolação	19
Figura 06 - Pressão hidrostática.....	19
Figura 07 - Pressão positiva.....	20
Figura 08 - Pressão negativa	20
Figura 09 - Pressão bilateral	21
Figura 10 - Condensação.....	22
Figura 11 - Atuação da umidade na construção.....	23
Figura 12 - Projeto básico	30
Figura 13 - Projeto executivo.....	31
Figura 14 - Sistema de impermeabilização	32
Figura 15 - Cristalizante	34
Figura 16 - Aditivo hidrófugo	35
Figura 17 - Argamassa polimérica.....	36
Figura 18 - Resina epóxi	37
Figura 19 - Classificação segundo o desempenho.....	38
Figura 20 - Classificação segundo o tipo de asfalto	38
Figura 21 - Classificação segundo os revestimentos	39
Figura 22 – Membranas (continua)	40
Figura 22 – Membranas (conclusão).....	41
Figura 23 - Asfalto quente	42
Figura 24 - Emulsão asfáltica	42
Figura 25 - Membrana de poliuretano	42
Figura 26 - Membrana acrílica.....	43
Figura 27 - Membrana de poliureia	43
Figura 28 - Membranas sintéticas (continua)	44
Figura 28 - Membranas sintéticas (conclusão).....	45
Figura 29 - PEAD	45
Figura 30 - EPDM.....	46

Figura 31 - PVC.....	46
Figura 32 - TPO.....	46
Figura 33 - Tipos de contratos.....	49
Figura 34 - Sistemas auxiliares (continua)	55
Figura 34 – Sistemas auxiliares (continuação).....	56
Figura 34 – Sistemas auxiliares (conclusão).....	57
Figura 35 - Falhas no sistema impermeabilizante (continua)	61
Figura 35 - Falhas no sistema impermeabilizante (conclusão).....	62
Figura 36 - Patologia de umidade provinda do solo	63
Figura 37 - Argamassas impermeabilizantes	64
Figura 38 - Aplicação de argamassa com aditivo impermeabilizante	65
Figura 39 - Detalhe de impermeabilização de baldrame	66
Figura 40 - Aplicação de argamassa polimérica.....	66
Figura 41 - Detalhe de baldrame impermeabilizado.....	67
Figura 42 - Patologia por infiltração na laje	68
Figura 43 - Impermeabilizantes flexíveis	69
Figura 44 – Planejamento (continua)	69
Figura 44 – Planejamento (conclusão).....	70
Figura 45 - Projeto básico	70
Figura 46 - Preparação da superfície	71
Figura 47 - Aplicação de mantas asfálticas e aluminizadas (continua)	71
Figura 47 - Aplicação de mantas asfálticas e aluminizadas (conclusão).....	72
Figura 48 - Aplicação de membrana acrílica e emulsão asfáltica.....	72
Figura 49 - Aplicação de proteção mecânica	73
Figura 50 - Patologia em parede	73
Figura 51 - Solução para reparo de paredes.....	74
Figura 52 - Solução para umidade bem impregnada (continua).....	74
Figura 52 - Solução para umidade bem impregnada (conclusão).....	75
Figura 53 - Solução para umidade pouco impregnada.....	76

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	OBJETIVO GERAL.....	11
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	11
3	METODOLOGIA	12
4	JUSTIFIVATIVA	13
5	REVISAO BIBLIOGRÁFICA	14
5.1	FONTES DE UMIDADE	14
5.1.1	Umidade provinda do solo	15
5.1.2	Umidade provinda da atmosfera	16
5.1.3	Umidade provinda da construção	16
5.2	TIPOS DE INFILTRAÇÕES.....	17
5.2.1	Absorção capilar de água	17
5.2.2	Água de infiltração ou de fluxo superficial	18
5.2.2.1	<i>Infiltração por pressão hidrostática</i>	19
5.2.3	Formação de água de condensação	21
5.2.4	Absorção higroscópica de água e condensação capilar	22
5.3	PATOLOGIAS	23
5.3.1	Goteiras e manchas	23
5.3.2	Deterioração	24
5.3.3	Mofo	24
5.3.4	Desagregamento	24
5.3.5	Eflorescências	24
5.3.6	Criptofloreências	25
5.3.7	Gelividade	25
5.3.8	Destacamento	26
5.3.9	Saponificação	26
5.3.10	Bolhas	26
5.3.11	Corrosão de armaduras	26
5.3.12	Carbonatação do concreto	27
5.3.13	Fissuras	27
5.4	DESEMPENHO DA IMPERMEABILIZAÇÃO	28
5.4.1	Projeto de impermeabilização	28
5.4.1.1	<i>Estudo preliminar</i>	29
5.4.1.2	<i>Projeto básico de impermeabilização</i>	29
5.4.1.3	<i>Projeto executivo de impermeabilização</i>	30
5.4.2	Sistemas de impermeabilização	31

5.4.2.1	<i>Sistema rígido</i>	33
5.4.2.1.1	<u>Cristalizantes</u>	33
5.4.2.1.2	<u>Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo</u>	34
5.4.2.1.3	<u>Argamassas e cimentos poliméricos</u>	35
5.4.2.1.4	<u>Resina epóxi</u>	36
5.4.2.2	<i>Sistema flexível</i>	37
5.4.2.2.1	<u>Mantas</u>	37
5.4.2.2.2	<u>Membranas moldadas no local</u>	40
5.4.2.2.3	<u>Membranas sintéticas</u>	43
5.4.3	Qualidade de execução	47
5.4.3.1	<i>Contratação</i>	47
5.4.4	Qualidade da construção	49
5.4.4.1	<i>Detalhes construtivos</i>	50
5.4.5	Fiscalização	52
5.4.6	Preservação da impermeabilização	52
5.4.7	Interferências de projetos	53
5.4.7.1	<i>Projeto estrutural</i>	53
5.4.7.2	<i>Projeto hidráulico</i>	53
5.4.7.3	<i>Projeto elétrico</i>	53
5.4.7.4	<i>Projeto drenagem</i>	54
5.4.7.5	<i>Projeto de acabamento</i>	54
5.4.7.6	<i>Projeto de isolamento acústica</i>	54
5.4.7.7	<i>Projeto de isolamento térmica</i>	54
5.4.8	Sistemas auxiliares	55
5.4.8.1	<i>Isolação térmica</i>	57
5.4.8.2	<i>Proteção mecânica</i>	58
6	RESULTADOS	59
6.1	TÉCNICAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	63
6.1.1	Impermeabilização de vigas baldrames	63
6.1.2	Impermeabilização de lajes	67
6.1.3	Método de reparo de paredes	73
7	CONCLUSÃO	77
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
	APÊNDICE A – COLETA DE DADOS.....	81

1 INTRODUÇÃO

Por de trás de todas as construções, sejam elas de grandes expressões ou não, executadas pela engenharia civil e todos seus meios, diante de todos seus prestígios, existe um item, muitas vezes esquecido, mas de extrema importância que devemos levar sempre em consideração para não ocasionar complicações ao mérito do sucesso e jogarmos fora todo um trabalho de dedicação, trata-se da impermeabilização.

“Embora a água seja o mais puro e imprescindível componente para a vida, são igualmente conhecidos os inconvenientes que ela causa nas construções humanas.” (PIRONDI, 1988, p. 24).

A umidade sempre foi um problema encontrado pelo homem em suas construções desde os tempos antigos. A fim de preservar essas construções e tornar salubre a vida dentro dessas habitações, vem se buscando alternativas para proteger-se das infiltrações provocados pelas intempéries.

Na bíblia há citações que Noé utilizou óleos e betumes para a impermeabilização da arca. A muralha da China foi protegida com betume natural e as pirâmides do Egito com diversos tipos de impermeabilização. Os romanos e os incas utilizavam albumina e até mesmo sangue para impermeabilizar seus aquedutos e saunas. No Brasil temos igrejas e pontes de cidades históricas em bom estado de conservação, na qual foi utilizado óleo de baleia como plastificante na argamassa a fim de tornar estruturas menos permeáveis.

Com o passar do tempo e a evolução do homem, foi se aprimorando os métodos construtivos e materiais para isolar sua habitação evitando a depreciação das construções.

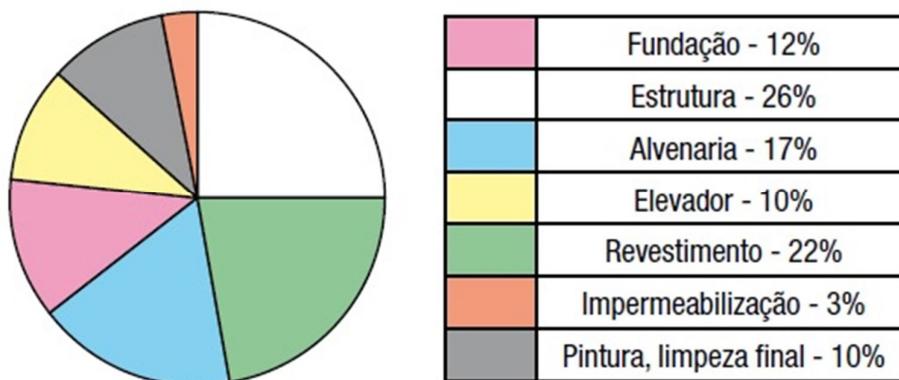
Atualmente temos várias empresas que fabricam diversos produtos com diferentes finalidades para atender a necessidade da estanqueidade na construção civil.

De acordo com a Vedacit (2012), a impermeabilização representa uma pequena fração do custo e volume de uma obra, se planejada anteriormente seguindo um projeto que detalhe seu peso, espessura, caimentos, localização e entre em harmonia com os demais projetos a serem executados.

Implantar a impermeabilização durante a obra é totalmente viável, visto que sua execução é mais fácil e econômica do que posteriormente quando surgirem

problemas com umidade, como eflorescências, manchas, bolores, oxidação das armaduras, entre outros, que requeiram reparos por reformas que envolvem, troca de revestimentos, pinturas novas, etc.

Figura 1 - Custos de etapas construtivas



Fonte: Vedacit (2012, p. 6).

No Brasil, a impermeabilização obteve impulso após as primeiras obras do Metrô de São Paulo, em 1968, na qual começaram as primeiras reuniões para criação das normas de impermeabilização. Assim em 1975 foi criada a primeira norma, mesmo ano que foi criado o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), que dissemina a importância da impermeabilização até os dias de hoje.

2 OBJETIVOS

Fixar a importância da estanqueidade na construção civil através da impermeabilização.

2.1 OBJETIVO GERAL

Demonstrar de forma ampla o processo de impermeabilização na construção civil, proporcionando o conhecimento necessário do assunto: tipos de fontes de umidade e infiltrações, patologias recorrentes, características dos materiais impermeabilizantes, suas técnicas de aplicação assim como a tecnologia do procedimento para alcançar sua otimização, obtendo resultados satisfatórios.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Tem-se como foco, após o levantamento bibliográfico, uma coleta de dados em residências habitacionais, inferiores a 300 m² na região de Bauru – São Paulo, na qual o estudo servirá de apoio para exemplificar a importância da impermeabilização associando teoria à prática, demonstrando as falhas recorrentes de erros técnicos que resultam em problemas patológicos, por fim detalhar o procedimento das técnicas de impermeabilização mais utilizadas nesses tipos de construções para prevenir e corrigir tais infortúnios.

Dando ênfase nas seguintes etapas:

- Levantamento bibliográfico;
- Coleta de dados;
- Falhas recorrentes;
- Procedimento de impermeabilização de baldrame, lajes e reparo de paredes.

3 METODOLOGIA

Para início foi estudado, com auxílio de livros, manuais técnicos, normas técnicas e acesso a sites para obtenção de conhecimento dos tipos de impermeabilizantes, juntamente com suas técnicas de aplicações e otimização do sistema de impermeabilização na construção civil.

Após toda obtenção de dados, será realizado a elaboração de um estudo de caso, aonde será aplicado esses conhecimentos e técnicas adquiridas para obtenção de resultados satisfatórios.

4 JUSTIFICATIVA

A umidade sempre vai ser um problema na construção civil, um desafio que o homem sempre terá que combater para buscar uma perfeita funcionalidade das construções.

O total conhecimento do assunto é fundamental para profissionais da área. Visto que, a sua implantação correta geram gastos mínimos comparados a sua má funcionalidade que podem ocasionar problemas patológicos, acarretando complicações e transtornos.

Portando, o conhecimento adequado das técnicas de implantação da impermeabilização é de total importância para um resultado de sucesso.

5 REVISAO BIBLIOGRÁFICA

A impermeabilização é o produto resultante de um conjunto de componentes e serviços que geram a proteção da construção contra a passagem de fluídos, de forma a se garantir a estanqueidade dos elementos construtivos, obtendo salubridade, segurança e conforto do usuário.

De acordo com Pirondi (1988), toda a edificação exposta ao intemperismo, devido à constante presença ou a ausência de água, está suposta a deterioração devido à intermitência cíclica do oxigênio e do carbono, que é agravada ainda mais pela agressividade da água da chuva, que leva consigo traços de poluição atmosférica que possuem elementos agressivos, ácidos, básicos, iônicos, aniônicos, entre outros que devem ser barrados por impermeabilizações adequadas.

Portanto a impermeabilização na construção civil é uma técnica na qual se aplicam produtos específicos com o objetivo de proteger diferentes áreas há quais são necessários para se obter a estanqueidade, prevenindo de patologias que podem danificar elementos construtivos da mesma. Sendo assim, ela é fundamental na durabilidade das construções e é um fator importantíssimo para a segurança da edificação e para a integridade física de seus usuários.

5.1 FONTES DE UMIDADE

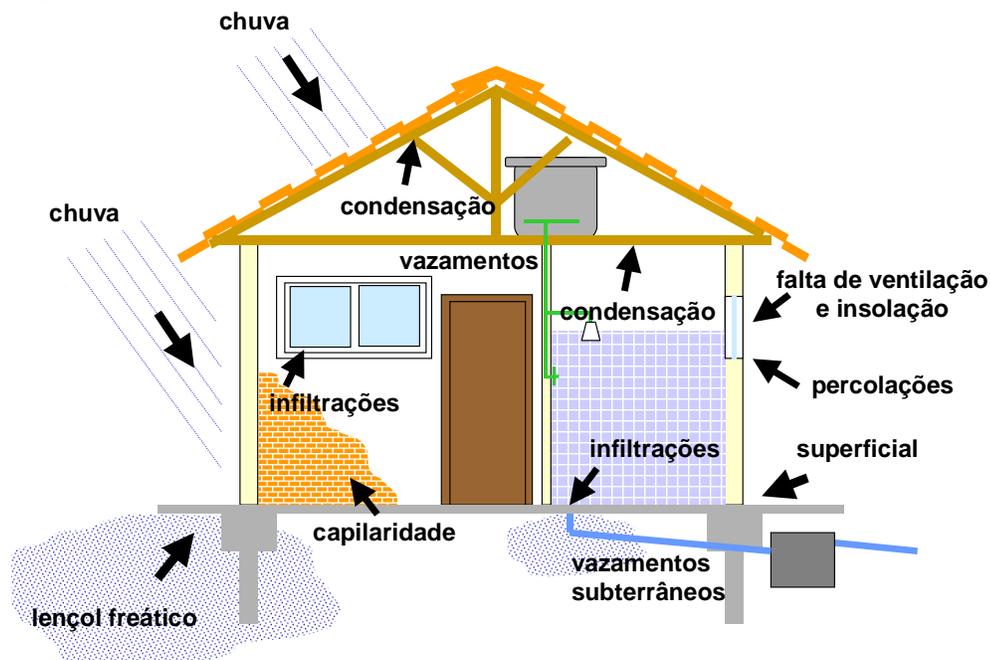
Para entender melhor o processo de impermeabilização devemos partir de sua origem, a umidade.

De acordo com Queruz (2007), podemos considerar a água como fator de degradação, estando entre os maiores causadores de patologias na construção civil.

Os problemas gerados pela umidade são graves e de difíceis soluções, podendo não só causar prejuízos na edificação como afetar a saúde de seus habitantes.

Segundo Soares (2014), a presença da água pode estar em diversos estados, assim seus efeitos podem acontecer de diversas formas numa mesma construção, requerendo diferentes métodos de impermeabilização.

Figura 2 - Tipos de umidades presentes na construção



Fonte: CasaD'Água [2010?].

A classificação a seguir demonstra mais perfeitamente os tipos de umidade ocorrentes em uma construção. (VERZOÇA, 1985, citado por SCHÖNARDIE, 2009, p. 16).

- 1) Umidade provinda do solo
- 2) Umidade provinda da atmosfera
 - a) Devido à chuva
 - b) Devido à condensação
- 3) Umidade provinda da construção
 - a) Devido a reservatórios e instalações hidráulicas
 - b) Devido ao material

5.1.1 Umidade provinda do solo

Em todo solo existe umidade. Na maioria dos casos essa umidade possui uma pressão suficiente para romper a tensão superficial da água, que na qual, a umidade em contato com uma estrutura porosa, se infiltra pelo fenômeno da capilaridade.

5.1.2 Umidade provinda da atmosfera

Podem se manifestar em infiltrações de água das chuvas ou por condensações.

Na ação de água de chuvas, a infiltração ocorre pela pressão hidrostática e pela percolação. Podendo penetrar por fissuras e má vedações estruturais.

Enquanto a condensação ocorre em áreas com variações de temperaturas, na qual a água se condensa é penetra em paredes, forros e revestimentos, não havendo ventilação suficiente para secá-las.

5.1.3 Umidade provinda da construção

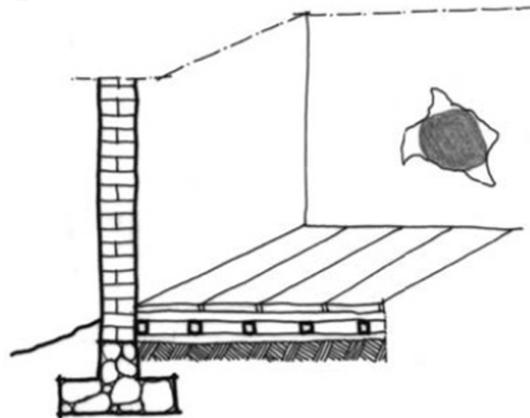
É a umidade que ficou interna aos materiais utilizados na construção, como por exemplo, a água utilizada para confecção de argamassas de reboque ou assentamento de revestimentos. Essa umidade se transfere para parte interna da alvenaria, na qual se leva um tempo maior que a própria cura da argamassa para entrar em equilíbrio com o ambiente.

De acordo com Schönardie (2009), um metro cúbico de alvenaria nova, possui certa de 130 a 230 litros de água. O peso de água em uma madeira nova é de 15% a 40% do seu peso total. A água de argamassas para assentamentos de pisos podem manchar as paredes durante aproximadamente seis meses posterior a sua aplicação.

Enquanto reservatórios e instalações hidráulicas também causam umidade devido à presença de água em seu meio e devem ser perfeitamente impermeabilizadas, para que não gerem umidade.

Segundo Queruz (2007), a umidade acidental surge quando sistemas hidráulicos sofrem falhas ou seu tempo de vida útil já está excedido pelo longo período de existência causando surgimento de manchas isoladas em formato semelhante ao circular em paredes.

Figura 3 - Umidade accidental



Fonte: Queruz (2007, p. 90)

5.2 TIPOS DE INFILTRAÇÕES

Não basta apenas conhecermos os tipos de umidade presentes na construção. Também há necessidade de se conhecer como ela se infiltra.

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (2013), a infiltração corresponde a 85% dos problemas encontrados na construção civil no Brasil, devendo ter total atenção dos profissionais da área.

É preciso investigar a fonte da infiltração, e saber os principais meios por onde ela pode atuar.

De acordo com Yazigi (2009), existe uma série de mecanismos que causam infiltrações, sendo os mais importantes os relacionados com a absorção de água:

- Capilar
- De infiltração ou de fluxo superficial
- Condensação
- Absorção higroscópica e condensação capilar

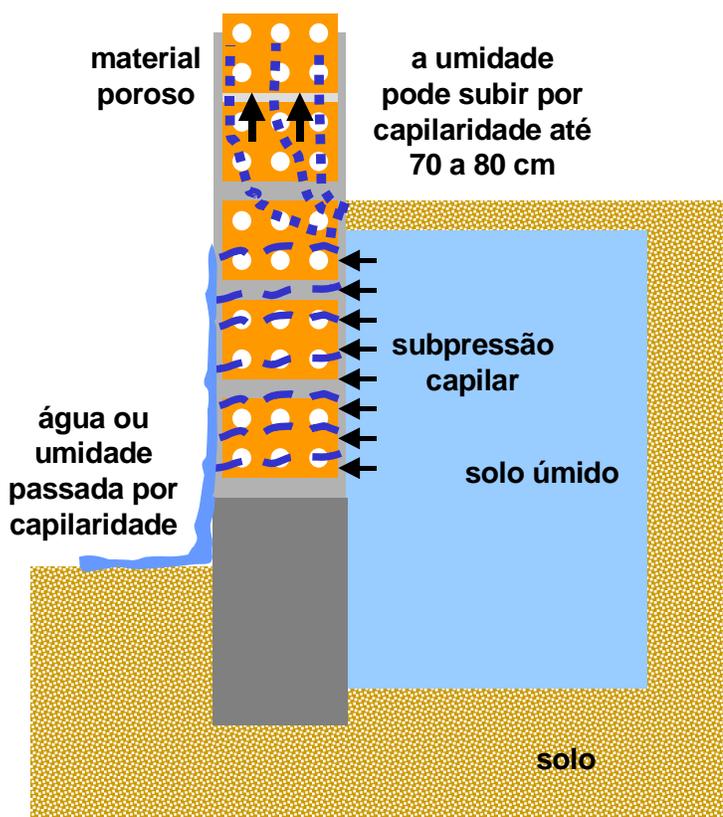
5.2.1 Absorção capilar de água

Os materiais de construção absorvem a água quando estão em contato direto com a umidade. Ocorrem geralmente quando alguma região sem impermeabilização encontra-se em contato com o terreno úmido.

A água é conduzida através de pontos capilares encontrados no material, pelo fenômeno da tensão superficial.

Quando a água é absorvida e não é eliminada do meio pela ventilação, ela será transportada gradualmente para cima, pela capilaridade, mecanismo típico de umidade ascendente.

Figura 4 - Infiltração capilar

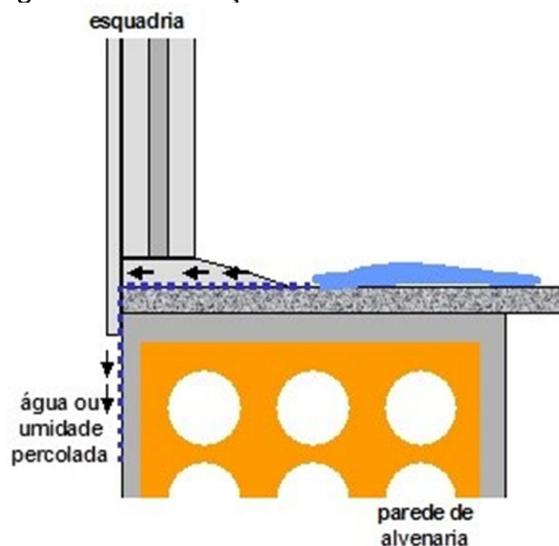


Fonte: Schönardie (2009, p. 19).

5.2.2 Água de infiltração ou de fluxo superficial

Ocorre pela absorção de água, não exercendo pressão hidrostática maior que 1 kPa (Quilopascal), através dos poros dos materiais de construção ou falhas, como fissuras e elementos construtivos mal vedados, fenômeno chamado de percolação.

Figura 5 - Percolação

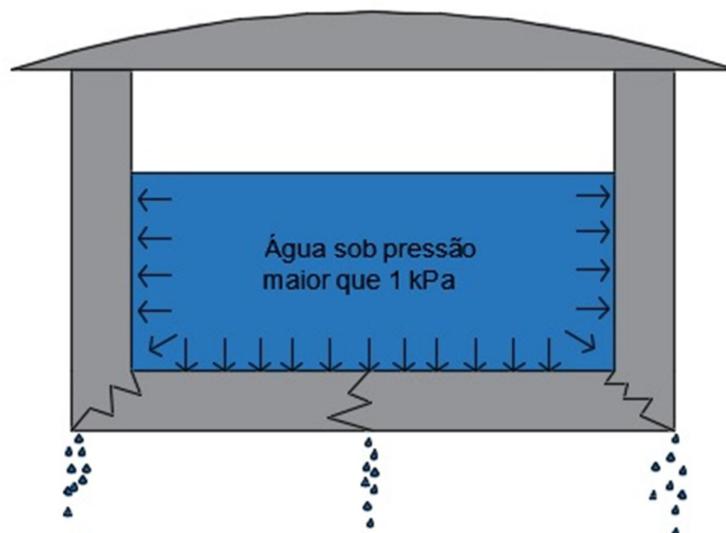


Fonte: Modificado a partir de Schönardie (2009, p. 20).

5.2.2.1 Infiltração por pressão hidrostática

Quando a água está confinada ou não, seu volume exerce uma pressão sob a área da barreira física, na qual se a mesma estiver com falhas, como trincas e fissuras, ocorre o que podemos determinar de infiltração por pressão hidrostática.

Figura 6 - Pressão hidrostática

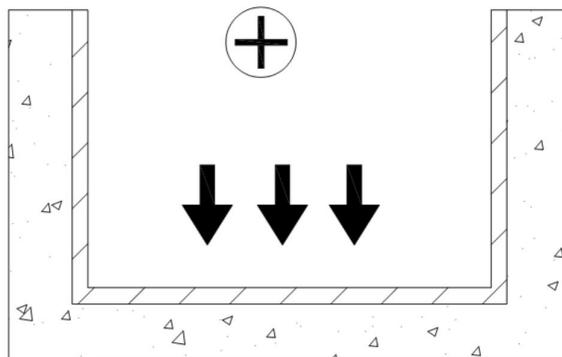


Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com Soares (2014), esse fenômeno pode ocorrer em estruturas como piscinas e reservatórios, como também em lugares sob o nível de água. Podendo ser bilateral e unilateral, positiva ou negativa.

Seguindo os conceitos da NBR 9575, água sob pressão positiva ocorre quando a pressão hidrostática exerce pressão superior a 1 kPa de forma direta a impermeabilização, estando a água confinada ou não. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).

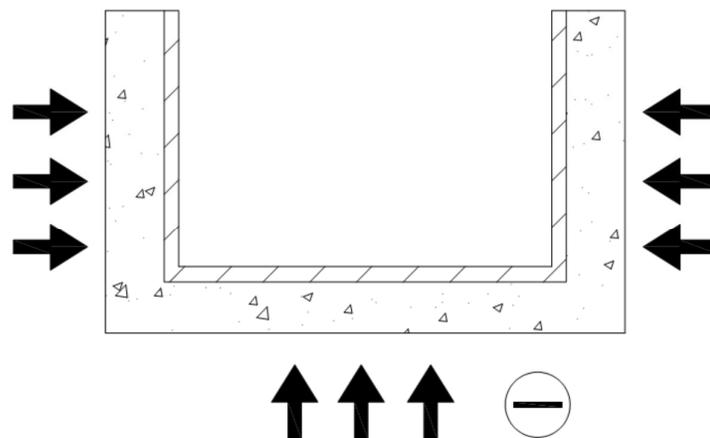
Figura 7 - Pressão positiva



Fonte: Soares (2014, p. 22).

Enquanto a negativa, segue os mesmos parâmetros da positiva, porém a pressão age de forma inversa a impermeabilização.

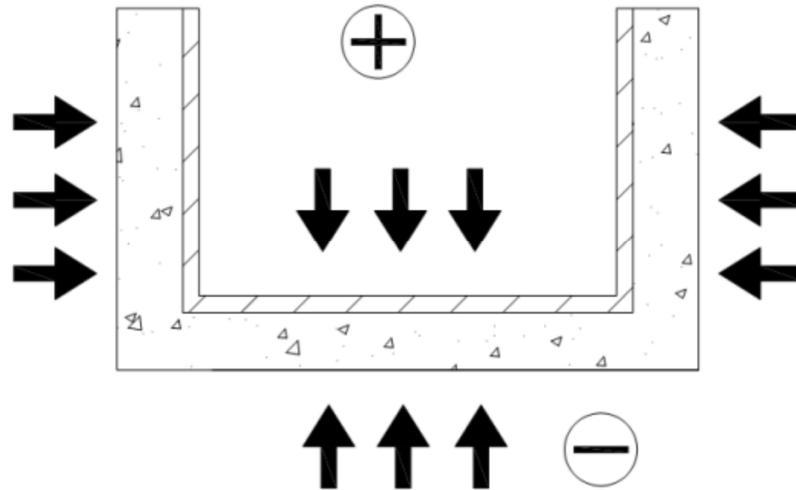
Figura 8 - Pressão negativa



Fonte: Soares (2014, p. 22).

Enquanto a bilateral, sofre ambas as pressões, tanto positiva quanto negativa, fato comum em estruturas enterradas.

Figura 9 - Pressão bilateral



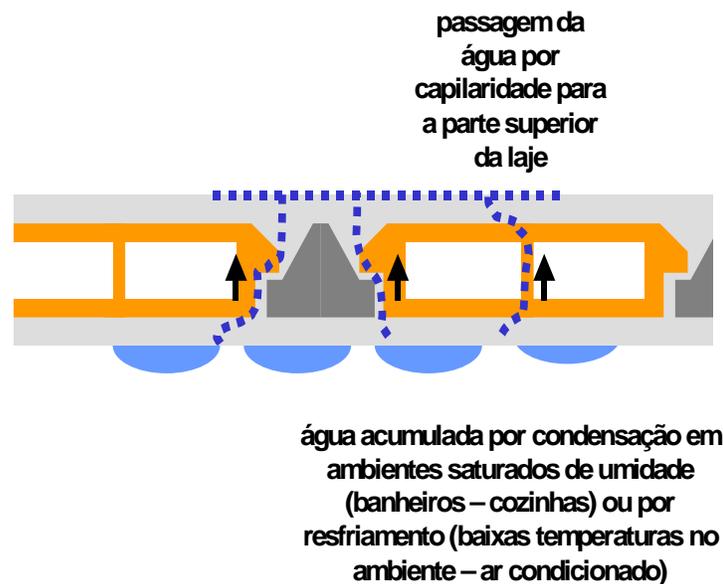
Fonte: Soares (2014, p.23).

5.2.3 Formação de água de condensação

Em certa temperatura, o ar não pode conter mais que uma determinada quantidade de vapor de água menor ou igual a um valor máximo, chamado de peso de vapor saturante. Se o peso de vapor for inferior ao máximo, o ar estará úmido, porém não saturado. Esse estado é especificado pelo grau higrométrico, igual à ligação entre o peso de vapor contido no ar e o peso de vapor saturante. A diferença entre esses pesos representa o poder dessecante do ar.

Esse poder é, assim sendo, a velocidade de evaporação que é maior quando o ar é mais quente e seco, indicando que o grau higrométrico é inferior. Se a massa de ar indicar uma diminuição de temperatura sem modificação do peso de vapor, será concebida uma maior umidade.

Figura 10 - Condensação



Fonte: Schönardie (2009, p. 21).

5.2.4 Absorção higroscópica de água e condensação capilar

Em ambos, a água é absorvida pela estrutura na forma gasosa. Na condensação capilar, a pressão de vapor de saturação da água se reduz, ou seja, acontece umidade de condensação abaixo do ponto de orvalho. A quantidade de umidade produzida por condensação capilar será maior quando menores forem os poros dos materiais e também quando maior for a umidade relativa do ar, devido ao maior espaço de vazios dos poros dos materiais que serão ocupados pela condensação capilar.

Enquanto a absorção higroscópica da umidade é decorrente do ar, do grau e do tipo de salinização. A absorção acontece na forma higroscópica durante o tempo requerente até atingir a umidade de saturação, desempenhando função especial nas partes da edificação que se apresentam salinizadas por umidade ascendente, como locais subterrâneos.

Figura 11 - Atuação da umidade na construção

ORIGEM UMIDADE		INFILTRAÇÃO	LOCAIS AFETADOS
Solo		Capilar	Fundações Paredes
Atmosfera	Chuva	Percolação	Paredes Coberturas Elementos estruturais
	Condensação	Condensação capilar Absorção higroscópica	Banheiros Saunas
Provinda da construção	Acidental	Percolação	Paredes Forros Revestimentos
	Material	Capilar	Paredes Revestimentos
	Instalações hidráulicas	Infiltração por pressão hidrostática	Reservatórios Piscinas

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3 PATOLOGIAS

Além das infiltrações causarem a insalubridade na edificação resultando em risco de saúde aos residentes, ocasionam danos patológicos à estrutura, devido à ausência ou falha da camada impermeabilizante. Resultando em depreciação patrimonial entre outros infortúnios relacionados.

De acordo com Storte [c2010?], diante desse problema, os profissionais da área devem conhecer as manifestações patológicas, a fim de preveni-las, visto que são responsáveis diretos da obra.

O total conhecimento do problema está inteiramente ligado a sua solução, pois os sistemas de impermeabilização possuem características distintas, apresentando propriedades diversas para cada solicitação.

5.3.1 Goteiras e manchas

De acordo com Schönardie (2009), goteiras e manchas são os problemas mais simples encontrados decorrentes de infiltrações. Quando a água ultrapassa uma barreira ela pode ocasionar uma mancha do lado oposto à infiltração. No caso

de um fluxo maior, podem ocorrer goteiras. Essa umidade pode deteriorar o material de construção danificando a resistência, algo que não deve ser admitido em uma construção.

5.3.2 Deterioração

É o resultado causado pela ação da água na estrutura. Com o passar do tempo esses problemas vão aumentando e com isso os materiais começam a se desintegrar.

5.3.3 Mofo

Segundo Yazigi (2009), o mofo ou bolor, são uma alteração em uma superfície dos mais diferentes materiais, através de aparecimento de manchas de diversos tamanhos, que são microrganismos que pertencem ao grupo de fungos. O desenvolvimento dessa patologia é devido à existência de umidade em elementos construtivos decorrente de infiltrações de água, através de seu estado líquido ou gasoso.

Quando a ventilação do ambiente é precária, a água depositada nas superfícies podem causar condições favoráveis ao seu desenvolvimento, que com o passar do tempo podem causar danos à superfície, desagregando-a.

5.3.4 Desagregamento

Geralmente comum em superfícies como pinturas e rebocos, causando sua deterioração, semelhante ao um esfarelamento. Frequentemente causado pela reação química dos sais, na presença de umidade.

5.3.5 Eflorescências

Materiais que constituem alvenarias, concretos e argamassas possuem sais como, carbonatos, sulfatos, hidróxidos de cálcio, cloretos e nitratos. São transportados do interior da estrutura para superfície, junto à umidade, através da

capilaridade, fenômeno denominado lixiviação, formando depósitos salinos geralmente esbranquiçados em forma de pó.

Essa manifestação é denominada eflorescência, na qual causam manchas, descolamentos de pinturas e revestimentos e desagregações.

Esses sais também podem estar localizados na atmosfera, mais comuns em zonas industriais, nesse caso não é uma eflorescência e sim uma deposição. O solo também possui sais, que podem ser transportados junto à umidade ascendente.

Segundo Teles e Frei (2009), o aumento de temperatura ambiente junto com a baixa umidade relativa do ar, auxilia o transporte de água contendo sais a superfície, causando a eflorescência. Porém, com o aumento da umidade relativa e ação da água, esses sais se infiltram novamente na estrutura de concreto e após vários ciclos, resultam em uma crosta de salina que pode atingir a armadura de uma estrutura de concreto armado, caso o cobrimento seja inadequado.

5.3.6 Criptoflorescências

Possui o mesmo mecanismo das eflorescências, resultando em formações de salinas. Porém os sais formam cristais que se instalam no interior da estrutura ou na parede propriamente dita. Com o passar do tempo esses mesmos cristais vão aumentando de volume, provocando fissuras. Se a pressão desse aumento de volume for de pequena escala pode ocorrer desregramento de matérias da superfície.

5.3.7 Gelividade

A água quando está em canais capilares podem congelar em temperaturas de até 6°C, assim sendo, em dias frios, a água contida em poros e canais capilares de alvenaria e concreto congelam e conseqüentemente aumenta seu volume. No interior da estrutura esse aumento de volume é contido pela massa do material constituído, porém na superfície a resistência é baixa, ocasionando desagregamento, formando uma aparência de desgaste.

5.3.8 Destacamento

O destacamento ou descolamento surgem quando a camada colante de revestimentos cerâmicos, pinturas e rebocos, perdem sua aderência com a base devido à presença de umidade em seu meio, causando desprendimento dos mesmos.

5.3.9 Saponificação

Sua manifestação se dá ao aparecimento de manchas na pintura, ocasionando degradação da mesma. Frequentemente ocasionado pela alta alcalinidade dos sais manifestados pela eflorescência.

5.3.10 Bolhas

Especificamente presente em pinturas, na qual a própria tinta possui um poder impermeabilizante que dificulta a dissipação de vapor presente por infiltrações ou da própria água de sua composição, causando formação de bolhas e descolamentos.

5.3.11 Corrosão de armaduras

Seguindo os conceitos de Teles e Frei (2009), a corrosão é um processo de degradação do material metálico, ocasionado pela oxidação, uma reação gás-metal que resulta em uma película oxidante. Processo que não será aprofundado neste trabalho por ser muito complexo, mas ressaltando que a umidade é um fator para sua formação, sendo responsável por grandes prejuízos na construção civil.

Grande parte da causa dessa patologia vem de diversos motivos de acordo com Storte [c2010?], a seguir:

- Cobrimento de armaduras abaixo do recomendado;
- Concreto mal executado, com elevada porosidade e fissuras de retração;
- Formação de nichos de concretagem, devido a vibrações mal executadas, traços incorretos e formas inadequadas;

- Deficiência na impermeabilização.

5.3.12 Carbonatação do concreto

Segundo Tokudome (c2009), a carbonatação do concreto é encontrada nos centros urbanos devido à presença de gás carbônico, qual se penetra nos poros do concreto e se mistura a umidade presente na estrutura, formando assim o composto denominado ácido carbônico.

Por sua vez, o ácido carbônico reage com o hidróxido de cálcio do cimento que forma a capa passiva que protege a armadura, resultando em carbonato de cálcio, que não deteriora o concreto, porém reduz a alcalinidade reduzindo o pH (Potencial Hidrogeniônico).

Essa carbonatação começa na superfície e vai em direção ao interior, destruindo a capa passiva da armadura, permitindo o início da corrosão.

Os danos resultantes podem ser fissurações do concreto, destacamento do revestimento, corrosão da armadura.

O concreto mal curado possui fissuras e poros que precisam ser impermeabilizados, para não facilitar a entrada de gás carbônico resultando em carbonatação.

5.3.13 Fissuras

De acordo com Storte [c2010?], as fissuras em uma edificação podem ocorrer de diversos fatores como, movimentações hidrosféricas e térmicas, as ocasionadas por sobrecargas, recalques e as causadas por retrações.

O concreto ou argamassa, com o aumento de teor de umidade causa uma expansão de seu volume e quando seca se retrai. Essas variações dimensionais causam grande deformação, ocasionando as fissuras.

Segundo Hussein (2013), as fissuras pela presença de umidade podem ocorrer em qualquer local da alvenaria, frequentemente na base das paredes devido à umidade ascendente, junto à presença de outras patologias como mofo e eflorescências, indicando o excesso de umidade. Podem também aparecer em formas verticais da altura do pé direito e em formas horizontais, quando a

movimentação higroscópica de absorção de umidade geram expansões dos materiais, causando movimentação entre os tijolos e a argamassa de ligação.

5.4 DESEMPENHO DA IMPERMEABILIZAÇÃO

A otimização da impermeabilização é alcançada por uma junção de componentes segundo Mello (2010), que dependem entre si para obtenção de uma boa funcionalidade, pois na falha de uns deles podem prejudicar o desempenho da impermeabilização. São eles:

- Projeto de impermeabilização
- Sistemas de impermeabilização
- Qualidade de execução
- Qualidade da construção
- Fiscalização
- Preservação da impermeabilização

Podendo considerar também, a efeito de se garantir um bom desempenho na impermeabilização, tais componentes:

- Interferências de projetos
- Sistemas auxiliares

5.4.1 Projeto de impermeabilização

O projeto de impermeabilização é fundamental e não pode ser deixado de lado. Sua função é elaborar todo o plano a ser impermeabilizado, analisando e visando a total estanqueidade, detalhando e discriminando todos os métodos para um desempenho perfeito.

Para obter uma obra sem danos ocasionados pelos problemas de infiltração, é recomendado fazer um bom projeto de impermeabilização seguindo as normas brasileiras:

- NBR 9575:2010 – Seleção e Projetos de Impermeabilização

- NBR 9574:2008 – Execução de Impermeabilização

Uma perfeita estanqueidade é derivada de diversos fatores, dentro deles o projeto é de total importância e tem que estar em harmonia com os demais, para uma perfeita otimização.

Segundo a NBR 9575, a impermeabilização deve ser projetada para evitar a passagem de fluidos e vapores, sendo integrado ou não a outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de estanqueidade. Deve também proteger os componentes da construção contra o intemperismo que carrega consigo agentes agressivos aos materiais. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).

O projeto deve ser desenvolvido em parceria com os demais projetos da obra a se executar, como, arquitetura, estrutural, hidráulico, elétrico, paisagismo entre outros. Devendo se encaixar nas dimensões, suportar cargas, detalhes construtivos entre os demais componentes da construção.

A norma ainda dita que o projeto deve ser feito de acordo com o estudo preliminar, projeto básico e projeto executivo.

5.4.1.1 Estudo preliminar

O estudo preliminar deve ser composto de dados analíticos, com informações legais, técnicas e de custos, devendo conter relatório com a quantificação de áreas a receber impermeabilização e planilha com tipos de impermeabilizantes aplicáveis no local. Devendo atender as exigências de desempenho da otimização de estanqueidade e durabilidade à ação de umidade.

5.4.1.2 Projeto básico de impermeabilização

Contém as definições das áreas a serem impermeabilizadas e as interferências existentes entre todos os elementos e componentes construtivos. Também possuem a definição dos sistemas de impermeabilização, a planilha de levantamento quantitativo, o estudo de desempenho e as estimativas de custos.

Figura 12 - Projeto básico

PROJETO BÁSICO	DESENHOS	TEXTOS
	Plantas de localização das áreas, além dos locais de detalhamento construtivo.	Memorial descritivo dos tipos de impermeabilização indicados.
	Descrição gráfica das soluções dos detalhes construtivos, para análise de interferências de outros elementos existentes.	
	Detalhes construtivos explicativos de soluções adotadas, para cooperação das exigências de desempenho em relação à estanqueidade e à durabilidade frente à umidade.	

Fonte: Modificado a partir de Instituto brasileiro de impermeabilização [c2010?].

5.4.1.3 Projeto executivo de impermeabilização

É um conjunto de informações gráficas e descritivas com a finalidade de especificar e detalhar os sistemas de impermeabilização que serão utilizados.

Possuem as plantas de localização e identificação das impermeabilizações, os detalhes construtivos a se executar que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização, o memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização, memorial descritivo de procedimentos de execução e planilha de quantitativos de materiais e serviços.

Figura 13 - Projeto executivo

	PROJETOS	TEXTOS
PROJETO EXECUTIVO	Plantas de localização composta com identificação da impermeabilização a ser utilizada, além dos locais que necessitam de detalhamento construtivo.	Memorial descritivo das camadas de impermeabilização e de seus respectivos materiais.
		Memorial descritivo do método de execução.
	Detalhes gráficos em geral que descrevem as soluções e métodos de execução da impermeabilização.	Planilha contendo quantitativos de mão de obra e materiais.
		Planilha descritiva de processos de ensaios tecnológicos e de campo.

Fonte: Modificado a partir de Instituto brasileiro de impermeabilização [c2010?].

5.4.2 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

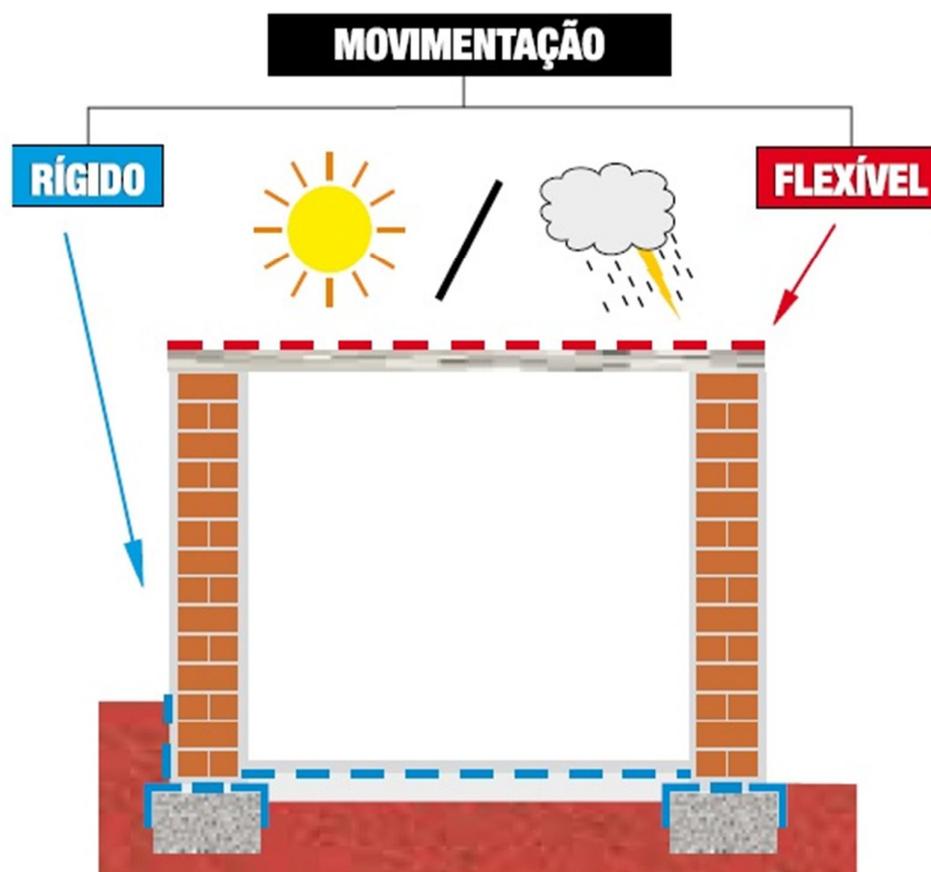
A perfeita estanqueidade de uma construção está diretamente ligada ao sistema de impermeabilização, que visa proteger a estrutura de intempéries, formando uma camada protetora para a mesma. Tendo o objetivo não só de proteger contra infiltrações, mas também de problemas patológicos consequentes, visando preservação estrutural e salubridade habitacional.

A variedade de produtos disponíveis no mercado é enorme, contendo diversas empresas fabricantes que disponibilizam impermeabilizantes para todas as partes da construção que a requeiram.

Existem diversas classificações encontradas em bibliografias para os sistemas impermeabilizantes, como, classificação quanto à aderência, quanto ao método executivo, quanto ao material e quanto à flexibilidade.

De uma forma geral, a classificação quanto à flexibilidade engloba de uma melhor maneira todas as outras, podendo definir de acordo com a Vedacit (2012), nessa classificação, existem dois tipos de sistema, o rígido, que é indicado para estruturas que não se movimentam e não sofrem deformações, e o flexível, que é próprio para áreas sujeitas a movimentações.

Figura 14 - Sistema de impermeabilização



Fonte: Vedacit (2012, p. 12).

Ainda seguindo o conceito da Vedacit (2012), o sistema de impermeabilização adotado deve corresponder às exigências de desempenho, como:

- Ser resistente a cargas estáticas e dinâmicas;

- Ser resistente aos efeitos de dilatação e retração da base;
- Ser resistente à deterioração por fatores climáticos, térmicos, biológicos químicos, de ação de água, gases e ar atmosférico;
- Ser resistente às pressões hidrostáticas;
- Possuir aderência, resistência, flexibilidade e estabilidade físico-mecânica de acordo com as solicitações previstas;
- Possuir vida útil de acordo com as previsões de projeto.

5.4.2.1 Sistema rígido

São encontrados como argamassas industrializadas, produtos bicomponentes, aditivos para argamassa e concreto e pinturas que formam um revestimento impermeável. Na qual, na área implantada, esses produtos obtêm a redução de porosidade da estrutura, resultando em uma grande estanqueidade.

Esse sistema não trabalha junto à estrutura, nas suas deformações, na qual somente são indicados a locais que não estão sujeitos, por exemplo, à variação de temperatura, aonde pode ocorrer movimentação e ocasionar fissuras, podendo comprometer o sistema. É somente recomendada em partes mais estáveis da construção, sendo empregada principalmente em elementos enterrados, como fundações, pisos de concreto em contato com o solo, muros de contenção e piscinas, pois sua eficiência está completamente ligada a sua integridade.

De acordo com Ferreira (c2012), os principais produtos de classificação rígida são:

5.4.2.1.1 Cristalizantes

É um produto que é aplicado diretamente sobre a estrutura a ser impermeabilizada. São compostos químicos de cimento, aditivos minerais, emulsão de polímeros, resinas e água, que ao entrar em contato com a água que está infiltrada, cristaliza-se, preenchendo os poros da estrutura de concreto, criando uma barreira impermeável.

De acordo com Cichinelli (c2012), é utilizado para barrar infiltrações localizadas temporariamente, devido à existência de produtos compostos de

cimentos de pega ultrarrápida e alguns produtos líquidos que misturados têm início de pega em menos de dez segundos. Também é indicado impermeabilizar grandes estruturas de concreto, como baldrame, piscinas e reservatórios enterrados, entre outras áreas sujeitas à umidade do solo, percolação e pressões hidrostáticas.

Existem cristalizantes líquidos ou em pó, que podem ser misturados à água e ao cimento ou também já prontos a serem aplicados.

Figura 15 - Cristalizante



Fonte: Ferreira (c2012)

5.4.2.1.2 Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo

É composta de cimento, areia e aditivos hidrofugantes que tem por finalidade reduzir a permeabilidade, ocasionando uma repelência à água na estrutura interna dos capilares. Devem ser aplicados em locais não sujeitos a trincas e a fissurações, em geral, aplicadas em alvenarias em contato com o solo, como piscinas e baldrame, é utilizada também como argamassa de assentamento. Porém não é indicado quando há existência de lençol freático, impossibilitando a sua aplicação.

Segundo Cichinelli (c2012), esse produto não é industrializado, é formado através da argamassa realizada em canteiro com a mistura de aditivos hidrofugantes, que são comercializados em forma líquida, atendendo os requisitos da norma NBR 16.072:2012 – Argamassa Impermeável.

Figura 16 - Aditivo hidrófugo



Fonte: Ferreira (c2012).

5.4.2.1.3 Argamassas e cimentos poliméricos

É um sistema bicomponente semiflexível, formado da mistura de componentes em pó, composta por cimentos aditivados, areia e agregados minerais e outra parte líquida, com resinas e polímeros, conferindo uma flexibilidade ao produto. São industrializadas e devem ser misturados antes da aplicação, formando uma mistura homogênea para obtenção de um revestimento impermeável.

Segundo a Cichinelli (c2012), podem ter uma variedade de aplicações devido às resinas utilizadas em sua fabricação, adquirindo propriedades mais rígidas ou mais flexíveis, dependendo do seu teor. Em geral produtos mais rígidos, resistem melhor à pressão negativa, água que atua do lado contrário à impermeabilização, enquanto produtos mais flexíveis resistem melhor a pressões positivas, água que atua sentido a impermeabilização. Em alguns casos são usadas os dois tipos de argamassas poliméricas para o mesmo caso, na qual as primeiras camadas utilizam argamassas com propriedades de maior rigidez, em seguida as de maior flexibilidade, atendendo o requisito da NBR 11.905:2015 – Argamassa polimérica industrializada para impermeabilização e NBR 15.885:2010 – Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento, para impermeabilização.

São indicados para impermeabilização de reservatórios, tanques, piscinas, subsolos, paredes internas e externas, poço de elevador, baldrame, entre outros semelhantes.

As argamassas e cimentos poliméricos são, dentro do sistema rígido, os mais utilizados para impermeabilização, devido a sua variedade de aplicações. Visto isso devemos tomar certos cuidados em sua aplicação:

- Em sistemas de argamassas poliméricas conjugadas, nunca utilizar a rígida sobre a flexível;
- Como qualquer outro impermeabilizante, será necessário o tratamento de detalhes construtivos e adequação do substrato a receber o produto;
- Aplicar a argamassa sobre substrato úmido, evitando o substrato absorver a resina e depositar somente o pó na estrutura, obtendo assim, falhas no desempenho;
- Não aplicar argamassas poliméricas sobre locais aonde contém argamassas com aditivo hidrófugo, pois a molhagem do substrato será comprometida, ocasionando falhas no desempenho;
- Não aplicar sobre locais com presença de material asfáltico, provenientes de antigas impermeabilizações, erro frequente em reaplicações, onde a argamassa não adere ao asfalto, comprometendo o desempenho.

Figura 17 - Argamassa polimérica



Fonte: Ferreira (c2012).

5.4.2.1.4 Resina epóxi

São à base de resinas epóxi, bicomponente, com ou sem adições. É um revestimento com grande resistência mecânica e química, muito utilizado no revestimento de pisos de concreto, indicado também para a impermeabilização e proteção anticorrosiva de estruturas de concreto, metálicas e argamassas. Impermeável não só à água, mas também ao vapor.

Segundo Poxpur (c2014), a resina epóxi é um plástico termofixo que na presença de um agente catalisador se endurece formando um polímero altamente

resistente, que é aplicado diretamente sobre uma superfície, formando uma camada única, sem emendas, muito duradoura.

Figura 18 - Resina epóxi



Fonte: Ferreira (c2012).

5.4.2.2 Sistema flexível

Ao contrário da rígida, a impermeabilização flexível esta sujeita à movimentação das estruturas, devido a sua maior elasticidade, sendo indicada para locais sujeitos a vibrações, insolação e variações térmicas, como lajes, banheiros, cozinhas, reservatórios elevados, terraços, entre outros.

Dentro desse sistema existem dois tipos de materiais, os moldados no local, denominados membranas e os pré-fabricados, na qual são as mantas.

De acordo com Ferreira (c2012), os principais produtos de classificação flexível são:

5.4.2.2.1 Mantas

É um dos materiais mais utilizados na impermeabilização. É um sistema pré-fabricado, confeccionado à base de compostos asfálticos em suas faces e com polímeros e estruturantes centrais em véu de fibra de vidro, poliéster ou polietileno, proporcionando grande resistência mecânica.

Podem ser classificadas em quatro categorias que variam suas características de tração, flexibilidade, alongamento e espessura, sendo de três milímetros a quatro milímetros. Podendo ter acabamento diferenciado, variando de acordo com sua aplicação, maçarico ou asfalto quente e exposição ao sol é a chuva. Diferenciam-se

ainda, de acordo com o asfalto usado em sua fabricação, que são elastomérico ou plastomérico.

Seguindo a referência de Ferreira (c2012), as figuras a seguir descrevem essas classificações:

Figura 19 - Classificação segundo o desempenho

TIPO	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
I	Nível de desempenho básico, devido à baixa elasticidade e resistência mecânica; Resistência à tração de 80 N; Praticamente não é usado em obras brasileiras.	Indicados para áreas com pouco trânsito e carregamentos leves, como, pequenas lajes não expostas ao sol, banheiros, cozinhas, varandas, baldrames, etc.
II	Resistência mecânica adequada a solicitações leves e moderadas; Resistência à tração 180 N.	Indicada para áreas internas residenciais como cozinhas e banheiros, pequenas lajes, baldrames, etc.
III	Resistência mecânica e elasticidade elevada; Resistência à tração de 400 N.	Desenvolvidas para estruturas sujeitas a movimentações e carregamentos típicos de edifícios residências e comerciais. Aplicada em lajes maciças, pré-moldadas, Steel Deck, terraços, piscinas, entre outros.
IV	Material de alto desempenho e maior vida útil; Resistência à tração 550 N.	Indicadas para estruturas sujeitas a grandes deformações por dilatação e grandes cargas, como obras viárias e de infraestrutura. Aplicadas em lajes de estacionamento, tanques, tuneis, viadutos, helipontos, etc.

Fonte: Modificado a partir de Ferreira (c2012).

Figura 20 - Classificação segundo o tipo de asfalto

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Elastoméricas	Apresentam mais elasticidade às mantas.
Plastoméricas	Apresentam boa resistência mecânica, térmica e química.

Fonte: Modificado a partir de Ferreira (c2012).

Figura 21 - Classificação segundo os revestimentos

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Poliétileno	São mantas com acabamento em polietileno expandido, que dá ao produto grande elasticidade, oferecendo também isolamento térmico e acústico. Sua aplicação é feita com maçarico.
Areia	Seu acabamento é em areia, resultando em grande aderência e sua aplicação é feita através de asfalto quente ou maçarico.
Alumínio	Possui grande resistência aos raios solares devido ao revestimento de alumínio na face exposta. É indicado para impermeabilização de lajes e coberturas sem proteção mecânica e sem trânsito de pessoas ou veículos. Além do fator de impermeabilização também contribui para o isolamento térmico.
Geotêxtil	O revestimento na face exposta é de material geotêxtil que pode receber pinturas reflexivas para isolamento térmico. Desenvolvida para a impermeabilização de coberturas e lajes sem proteção mecânica e trânsito de pessoas ou veículos.
Ardósia	É revestida com ardósia natural e grânulos minerais na face exposta dando acabamento final à superfície e protegendo a manta contra a ação dos fenômenos climáticos.
Antirraiz	Possuem produtos que inibem o crescimento de raízes de plantas.

Fonte: Modificado a partir de Ferreira (c2012).

5.4.2.2.2 Membranas moldadas no local

Essas membranas são formadas de produtos líquidos moldados in loco, a frio ou a quente, através de várias demãos na superfície a ser impermeabilizada, formando depois de secas uma membrana, que variam em relação à flexibilidade, resistência aos raios solares e procedimentos de aplicação.

Sendo sua aplicação indicada para áreas pequenas de difícil acesso, como pequenas lajes, ou locais aonde às mantas asfálticas são contraindicadas.

Seu consumo e forma de aplicação devem ser seguidos de acordo com as informações técnicas do produto, para não ocasionar falhas no sistema.

Seguindo a referência de Ferreira (c2012), a figura a seguir levanta os principais produtos:

Figura 22 – Membranas (continua)

PRODUTO	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
Asfaltos moldados a quente	Ainda é o sistema mais utilizado no Brasil, que basicamente é uma membrana de asfalto derretido, aplicado através de várias demãos, intercaladas, com mantas estruturantes ou telas.	Indicado para áreas de pequenas dimensões, lajes médias e áreas com muitos recortes e detalhes devido a sua facilidade de moldagem, cozinhas banheiros, áreas de serviço, lajes de cobertura, tanques, piscinas, reservatórios, etc.
Soluções e emulsões asfálticas	São compostos por misturas de asfalto, modificados ou não por polímeros, em água ou solvente. O tempo de cura é muito alto, porém sua aplicação é a frio.	Indicado para áreas molháveis internas, estruturada com telas. Servem também como pintura de ligação e como impermeabilizante em pequenas lajes e floreiras.

Figura 22 – Membranas (conclusão)

Membrana de poliuretano	É um bicomponente, com grande estabilidade química, aplicado a frio que possui uma aderência a vários tipos de superfícies, possui uma grande elasticidade e resistência a elevadas temperaturas.	Sua aplicação é indicada a áreas sujeitas a uma maior agressividade como lajes, áreas molháveis, tanques de efluentes industriais e esgotos, reservatórios de água potável, etc.
Membrana de poliureia	Possui grande elasticidade, resistência química e mecânica. É de fácil aplicação, visto que é através de spray e sua cura é extremamente rápida.	Indicada aos locais onde a liberação da área é exigida às presas. Além de pisos industriais, revestimentos de tanques de tratamento de água e efluentes, piscinas, lajes e telhados.
Membrana acrílica	Sua composição basicamente é formada por resinas acrílicas dispersa em água, sendo executada em variadas demãos com estruturantes. Devem ser aplicadas em superfícies inclinadas para não paralisação de água, áreas não transitáveis e superfícies expostas devido a sua grande resistência a raios solares.	Indicados a coberturas inclinadas, abobadas, telhas pré-moldadas ou semelhantes.
Resina termoplástica	São flexíveis, bicomponentes, compostas por resinas acrílicas líquidas e outra parte em pó de cimento aditivado, formando uma pasta que é aplicada com brocha em varias demãos, estruturada ou não com telas de poliéster.	Indicadas para piscinas, reservatórios de água, pisos frios, rodapés de paredes de drywall ou equivalentes.

Fonte: Modificado a partir de Ferreira (c2012).

As figuras a seguir servem de complementação a alguns tipos de produtos mostrados na figura acima:

Figura 23 - Asfalto quente



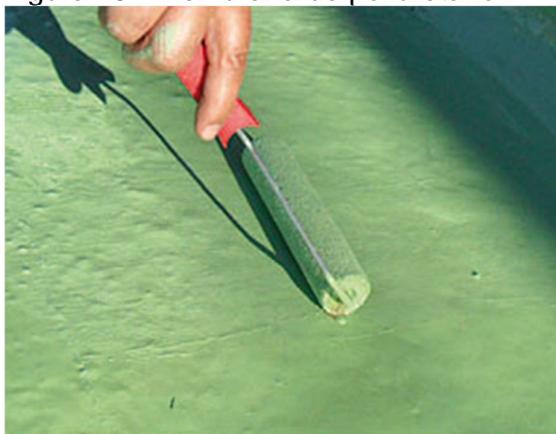
Fonte: Ferreira (c2012).

Figura 24 - Emulsão asfáltica



Fonte: Ferreira (c2012).

Figura 25 - Membrana de poliuretano



Fonte: Ferreira (c2012).

Figura 26 - Membrana acrílica



Fonte: Ferreira (c2012).

Figura 27 - Membrana de poliureia



Fonte: Nogueira (c2012).

5.4.2.2.3 Membranas sintéticas

São mantas pré-fabricadas à base de materiais sintéticos também são utilizadas como impermeabilizantes, devido a sua grande flexibilidade elástica. Além de oferecerem resistências a movimentações e vibrações, também resistem a raios solares e ataques químicos.

A figura a seguir, de acordo com Ferreira (c2012), traz os principais materiais:

Figura 28 - Membranas sintéticas (continua)

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
PEAD (Polietileno de alta densidade)	É uma geomembrana que possui cerca de 97,5% de polietileno virgem e 2,5% de fuligem em sua composição. Contém adições de substâncias químicas que aumentam a sua resistência física às intempéries, calor e degradação.	Indicado para aterros sanitários, lagoas de rejeitos industriais, tanques de tratamento de esgoto, lagos artificiais e tanques de criação de peixe.
EPDM (Etileno-Propileno-Dieno-Monômero)	É um tipo de borracha com grande elasticidade. Isso permite que a geomembrana feita com material se molde facilmente as superfícies. Também é usado na fabricação de mantas para coberturas.	Indicada para reservatórios, lagos artificiais, tanques de criação de peixes, canais de irrigação, coberturas.
PVC (Policloreto de Vinila)	Possui variados tipos de utilização para impermeabilização, como estruturas de concreto e coberturas, pois são resistentes a raios solares e podem ficar expostas a intempéries. Também há mantas resistentes a raízes e micro-organismos.	Indicada para lajes, túneis, fundações, telhados, coberturas ou equivalentes.

Figura 28 - Membranas sintéticas (conclusão)

TPO (Poliiolefinas termoplásticas)	São fabricadas com material termoplástico flexível reforçado com malhas de poliéster. Possui alta resistência a rasgos, perfurações, bactérias e ações climáticas.	Indicado para coberturas.
------------------------------------	--	---------------------------

Fonte: Modificado a partir de Ferreira (c2012).

As figuras a seguir servem de complementação aos tipos de produtos mostrados na figura a cima:

Figura 29 - PEAD



Fonte: Ferreira (c2012).

Figura 30 - EPDM



Fonte: Ferreira (c2012).

Figura 31 - PVC



Fonte: Ferreira (c2012).

Figura 32 - TPO



Fonte: Ferreira (c2012).

5.4.3 Qualidade de execução

São totalmente necessárias pessoas habilitadas e experientes para aplicação da impermeabilização, pois de nada adianta a qualidade do material ser excelente e a aplicação não for.

Segundo Yazigi (2009), o executante necessita receber documentos técnicos resultantes do projeto para o desenvolvimento do serviço.

É preciso sempre buscar equipes especializadas para aplicações dos materiais, ter conhecimento dos tipos de projetos e suas execuções, ser indicado pelo fabricante do material. Oferecendo assim, garantia de um serviço bem executado. Porém, há poucos escritórios especializados área, mas os que atuam têm grande experiência das características dos produtos e suas aplicações.

Os próprios fabricantes de produtos impermeabilizantes dão suporte necessário, indicam ou já contam com empresas especializadas para realização do serviço. Além de oferecer suporte técnico e acompanhamento das obras se necessário.

Segundo Instituto Brasileiro de Impermeabilização [c2010?], o fabricante disponibiliza uma garantia de 5 anos ao produto por seu desempenho e contra defeitos de fabricação, se a empresa garantir a qualidade de instalação. Podemos considerar ainda o Código de Defesa do Consumidor e o PROCON, que estabelecem um prazo de 90 dias para reclamações junto ao prestador de serviços. Porém danos causados por uso inadequado a camada impermeabilizante não são responsabilidade do aplicador.

5.4.3.1 Contratação

A contratação do serviço segue o padrão de qualquer outra relacionada à construção civil. Baseando em um projeto, com tipo de material a ser utilizado e todo processo necessário para sua realização, de acordo com a norma técnica aplicável.

Deve-se certificar que os produtos e outros componentes da tomada de preços sejam compatíveis com o desempenho desejado.

O aplicador deve ser avaliado previamente pelo contratante, visando referências de obras anteriores, certificar que a empresa possua responsável técnico, ou seja, indicada pelo fabricante do produto.

A forma de contratação é realizada por medição da área por m² (metro quadrado), assim como nos parâmetros mais comuns na construção civil, onde o ideal é por preço unitário de cada etapa de acordo com a planilha quantitativa derivada do projeto. Porém em casos de serviço de pequena escala é adotado um preço global (valor total do serviço), por empreitada. O valor da impermeabilização varia de acordo com o sistema a ser empregado, tipo de impermeabilizante e sua qualidade.

O modelo de maior eficiência de contratação e o fornecimento de materiais em lotes diretamente com o fabricante, com certificados, especificações e suporte técnico. Enquanto a mão-de-obra por empresas secundárias, visando o foco somente na aplicação. E é de extrema importância o contratante fiscalizar a execução de todas as etapas do serviço.

O contratante deve estar ciente no caso de pagamento por dia de serviço, que os produtos dependem de alguns dias de cura, entrando em acordo sobre os dias parados antes da contratação.

Além disso, segundo o Instituto Brasileiro de Impermeabilização [c2010?], é de extrema importância na contratação do aplicador, com a fixação do contrato e todos seus aspectos legais, deixar de forma clara os seguintes itens:

- Prazo de execução de serviço
- Preço unitário e global
- Descrição dos serviços
- Quantitativo em geral
- Descrição técnicas de sistemas e de matérias, citando a marca
- Forma de pagamento e reajustes
- Termo de garantia após a aplicação

Figura 33 - Tipos de contratos

OBRA	CONTEÚDO
Pequena reforma	Devem possuir dados das dimensões da área a ser impermeabilizada. Há um difícil controle de qualidade de serviço, porém os fabricantes podem dar suporte técnico.
Residência	Todo processo deve ter orientação de um especialista havendo uma fiscalização de todo procedimento. Importante que os aplicadores não sejam os próprios fiscais.
Condomínio	Os orçamentos devem ser bem detalhados, devido a varias pessoas na participação da contratação. Os fabricantes oferecem uma ótima assessoria nesses casos.
Edifício comercial	A construtora deve integrar um especialista junto aos projetistas. Diante da proposta técnica, deve-se buscar no mercado a melhor relação custo-benefício.
Hospitais	Faz-se necessário um projetista de impermeabilização para compatibilização dos projetos. Além dos demais detalhes citados nos itens superiores.

Fonte: Modificado a partir de Instituto Brasileiro de Impermeabilização [c2010?].

5.4.4 Qualidade da construção

O local a ser impermeabilizado deve estar adequado a receber o material, de forma a não sofrer interferências que comprometam seu desempenho, como: camadas de regularização mal executadas, fissurações, furos, sujeiras, pontas de

outros materiais, falhas de concretagem, ralos e tubulações mal chumbadas, entre outros detalhes que dificultam a impermeabilização.

5.4.4.1 Detalhes construtivos

O bom desempenho da impermeabilização está interligado a um série de detalhes que precisam ser levados em consideração, resultando uma estanqueidade desejada. Grande parte dos problemas é encontrada em detalhes construtivos, como juntas, ralos, bordas, caimentos, tubulações hidráulicas e elétricas, etc.

A atenção a esses itens são importantes, pois grande parte de problemas na impermeabilização surgem nesses detalhes.

É preciso realizar procedimentos para prevenir tais problemas, entre outros cuidados necessários para não prejudicar o material impermeabilizante e vir a perder o trabalho e o material utilizado.

A atenção nessa etapa tem de ser especial, tanto sendo projetada, tanto na sua execução, devendo seguir a recomendação da norma NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010):

- Inclinação mínima de caimento em áreas horizontais de 1% em direção aos coletores de água. Calhas e áreas internas considerar no mínimo 0,5%.
- Coletores devem ter diâmetro mínimo de 75 mm, para garantir a manutenção da secção nominal dos tubos, devendo também ser devidamente fixados à estrutura.
- Prever encaixes de no mínimo 20 cm acima do piso acabado em áreas horizontais para encaixe da camada de impermeabilização, ou 10 cm acima do nível máximo que a água alcança.
- Áreas externas para áreas internas impermeabilizadas devem ter diferença mínima de 6 cm entre as cotas.

- Necessidade de execução de barreira física no limite da linha interna de contramarcos, caixilhos e batentes, para fixação da impermeabilização, além de prever selamentos adicionais e obter arremates adequados ao tipo de impermeabilização adotada.
- Instalações e tubulações nas áreas impermeabilizadas devem estar fixadas na estrutura e ter detalhes de arremates específicos, além de reforços da impermeabilização.
- Tubulações em geral devem passar 10 cm acima do piso acabado, depois de impermeabilizado.
- Tubulações existentes na alvenaria devem ter proteção adequada para receber a impermeabilização.
- Tubulações devem ser afastadas entre si ou planos verticais no mínimo 10 cm.
- Tubulações de água quente ou sistemas de aquecimento devem possuir isolamento térmica adequada para a impermeabilização.
- Encontros de planos verticais e horizontais devem possuir detalhes específicos da impermeabilização.
- Planos verticais a receber impermeabilização deverão ser executados com elementos solidarizados às estruturas, até sua cota final de arremate da impermeabilização.
- É recomendado executar a impermeabilização sobre as áreas de enchimento, prevendo pontos de escoamentos de fluídos.
- Arrestas e cantos vivos devem ser arredondados sempre que a impermeabilização requerer.

- Nas proteções mecânicas e revestimentos posteriores, as juntas de retração e trabalho térmico devem ser preenchidas com materiais deformáveis.
- Juntas de dilatação devem ter cotas mais elevadas no nivelamento do caimento.
- É recomendada a impermeabilização de ambos os lados de uma laje quando houver desvão.
- A base de contrapiso onde for executada a impermeabilização deve estar perfeitamente aderida ao substrato.

5.4.5 Fiscalização

É fundamental o controle da execução para o desempenho final, deve ser feita pela empresa aplicadora e também pelos responsáveis da obra.

Segundo o Instituto Brasileiro de Impermeabilização [c2010?], deve-se verificar junto a um profissional especializado se o produto entregue na obra é correspondente ao contratado. Ainda realizar um acompanhamento do detalhamento do projeto e estudar possíveis problemas durante a obra, desde a preparação da superfície até seus detalhes finais de aplicação.

A NBR 9575 determina o teste de estanqueidade, para prevenção de falhas na impermeabilização, na qual é aplicada uma lamina d'água por no mínimo 72h, antes da aplicação da proteção mecânica. Caso houver vazamento a solução é imediata. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).

5.4.6 Preservação da impermeabilização

De acordo com o Instituto Brasileiro de Impermeabilização [c2010?], deve-se considerar a possibilidade de ocorrência de problemas por terceiros, involuntariamente, por ocasião de colocação de antenas, luminárias, pregos, sistemas de para raios, sistemas de proteção residenciais, entre outros, causando a danificação da camada de impermeabilização.

É necessária também uma rotina de manutenção, na qual é necessitado manter os ralos limpos e desobstruídos, não usar substâncias agressivas para limpezas em áreas impermeabilizadas, entre outros cuidados semelhantes.

5.4.7 Interferências de projetos

Para Pirondi (1988), os projetos que interferem com a impermeabilização são os projetos estruturais, hidráulicos, elétricos, drenagem, acabamentos e projetos de isolamento acústica e térmica, que devem ser executados em harmonia com a impermeabilização para evitar possíveis falhas.

5.4.7.1 Projeto estrutural

É necessária uma verificação das cotas de pisos para a necessidade da declividade de escoamento na camada de regularização. Assim como conferir as elevações e reentrâncias para o encaixe de arremates.

Indicações no projeto são essenciais, como dimensões de caixa de elevadores, soleiras de portas, posicionamento e ancoragem de rampas, escadas, cortinas e pilares.

5.4.7.2 Projeto hidráulico

Necessita de uma verificação de cotas e posicionamento de tubulações, sejam do conjunto de coletores de águas pluviais, dos coletores e tubos de esperas nas áreas sanitárias, cozinhas, etc. Além da alimentação e escoamento de reservatórios e piscinas e instalações de água fria, quente ou vapor.

Seria de grande importância a instalação de extravasor de segurança em calhas, para evitar transbordamento de água no interior da edificação.

5.4.7.3 Projeto elétrico

Requer análise do posicionamento e espaçamento de eletrodutos e da chegada a interruptores.

Alimentação de luminárias ou equipamentos externos, caixas de passagem, suporte de antenas, para raios, nichos, entre outros também são necessários cuidados.

5.4.7.4 Projeto drenagem

De forma geral todo subsolo edificado deve estar envolvido com terras impermeáveis ou argila de fina granulometria, nunca com matérias permeáveis, porosos ou com fácil drenagem.

Os jardins sobre estruturas devem ser drenados através de caixas filtrantes. Além de cuidados especiais que devem ser tomados nas alturas, elevações de barragens ou rodapés nas áreas impermeabilizadas.

5.4.7.5 Projeto de acabamento

A conferência e determinação das cotas altimétricas e de prumadas em gradis, guarda copos, platibandas, soleiras, caixilhos, entre outros são essenciais.

É importante executar uma declividade e acabamentos nos coletores, bem como todas as tubulações de hidráulica em geral, elétrica, ar condicionado etc. Assim como o acabamento nas verticais, rodapés e das projeções próximas a ângulos verticais, pilares, escadas e entre outros.

5.4.7.6 Projeto de isolamento acústica

Basicamente deve-se apontar no projeto as fontes do ruído e as especificações para sua eliminação ou absorção. Levar em conta materiais que garantem essa isolamento, porém, com baixa absorção de água.

5.4.7.7 Projeto de isolamento térmica

É necessário calcular os gradientes de variação térmica externa e interna mais quente do ano, com os materiais componentes da especificação inicial, tais como uma junção de estrutura, regularização, impermeabilização, proteções e pisos finais, resultam em uma espessura e uma diferença térmica.

5.4.8 Sistemas auxiliares

Segundo Freire (2007), são utilizados sistemas auxiliares para complementação da camada de impermeabilização quando requerida, devendo ser devidamente detalhadas para melhor caracterização do projeto. A figura a seguir, cita os principais sistemas, com sua função e materiais utilizados:

Figura 34 - Sistemas auxiliares (continua)

SISTEMA AUXILIAR	FUNÇÃO	MATERIAL
CAMADA-BERÇO	Camada que detém a função de apoiar e proteger a camada de impermeabilização de agentes agressores contidos no substrato.	<ul style="list-style-type: none"> • Adesivo elastômero • Geotêxtil de polipropileno • Poliestireno expandido
CAMADA DE AMORTECIMENTO	Tem a função de amortecer e prevenir de danos por esforços atuantes na camada de impermeabilização.	<ul style="list-style-type: none"> • Geotêxtil de poliéster • Emulsão asfáltica com borracha moída • Poliestireno expandido ou estrudado
CAMADA DRENANTE	Auxilia o escoamento de água sobre a camada de impermeabilização.	<ul style="list-style-type: none"> • Geotêxtil • Polipropileno

Figura 34 - Sistemas auxiliares (continuação)

<p style="text-align: center;">CAMADA SEPARADORA</p>	<p>É a camada entre a impermeabilização e a proteção mecânica, para evitar aderência, visto que estão sujeitos a movimentações estruturais.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Papel Kraft betumado duplo • Papelão alcatroado • Manta de poliéster • Mástique • Pintura de cal • Feltro de poliéster ou alcatroado
<p style="text-align: center;">PROTEÇÃO MECÂNICA</p>	<p>Camada sob o sistema de impermeabilização, na qual tem a função de proteger contra fatores mecânicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa • Concreto
<p style="text-align: center;">PROTEÇÃO TÉRMICA</p>	<p>Diminuir o efeito térmico sobre as estruturas e a impermeabilização da mesma, resultando além do aumento da vida útil do sistema, conforto térmico a edificação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Concreto celular • Lã de vidro • Mineral expandido • Poliestireno estruturado ou expandido

Figura 34 - Sistemas auxiliares (conclusão)

TRATAMENTO DE JUNTAS	As juntas devem ser tratadas e respeitadas pelo sistema de impermeabilização.	<ul style="list-style-type: none"> • Mástiques • Membranas elastoméricas em solução • Faixas de mantas asfálticas • Faixas de mantas de EPDM e PVC
-----------------------------	---	--

Fonte: Modificado a partir de Freire (2007).

5.4.8.1 *Isolação térmica*

Para Pirondi (1988), a isolação térmica é de grande importância não só pelo conforto que proporciona e economia de energia para resfriar ou aquecer ambientes, mas especialmente por garantir a estabilização estrutural e aumenta a vida útil dos componentes existentes no meio termicamente corrigido.

A instalação de isolação mínima deve ser imprescindível em todos os projetos de cobertura plana.

Até certo tempo atrás a isolação térmica nas coberturas era realizada abaixo da camada de impermeabilização, não podendo detectar qualquer falha no sistema. Mas com a grande melhoria nessa área e a difusão de novos materiais isolantes, menos absorventes como o poliestireno estruturado ou expandido, a camada de isolação térmica começou a ser utilizada acima da camada de impermeabilização.

Várias vantagens foram alcançadas devidas essas mudanças de posicionamento, como a identificação de possíveis falhas na camada impermeabilizante, facilitando seu reparo, como também a eliminação da barreira de vapor que, normalmente, é localizada do lado mais frio, no caso sobre a isolação térmica, assim a condensação ocorre sobre a impermeabilização, fora da construção, consequentemente aumentando a durabilidade da estrutura.

O projeto de isolação térmica tem de prever a função dos elementos construtivos, juntamente com a identificação da umidade relativa do ar e

temperaturas predominantes na região, para se encontrar valores isolantes aplicáveis, resultando em uma temperatura desejável internamente.

5.4.8.2 Proteção mecânica

É a camada sobre a impermeabilização que visa à proteção da mesma de fatores mecânicos e atmosféricos.

Depois da execução da camada de impermeabilização, para não permanecerem expostas, em conformidade com as normas, é necessária a proteção da mesma contra ferimentos mecânicos antes de serem utilizadas.

Ela pode ser executada basicamente com argamassas e concreto celular quando a necessidade de tráfego ocasional ou placas de poliestireno expandido quando não houver.

São várias as condições de utilização dessa área, e para cada requer uma proteção mecânica adequada.

A camada de impermeabilização e a proteção mecânica não podem ter aderência entre si, assim sendo necessário o uso de uma camada separadora.

6 RESULTADOS

A fim de destacar a importância da impermeabilização, foi realizada uma coleta de dados, na região de Bauru – São Paulo, onde foram levantados dados de residências habitacionais, inferiores a 300 m² e com tempo de vida maior que 12 meses (parâmetros adotados para caracterização de residências comuns, encontradas com maior frequência e determinado prazo para início de consequências patológicas na mesma), para demonstrar a realidade dos problemas mais comuns encontrados devido à umidade nas construções.

Dentre o estudo realizado foram selecionados 20 casos, que se encaixaram aos parâmetros adotados para caracterização. Na qual foi levantado uma porcentagem para melhor exemplificação da mesma, sem fins estatísticos para a região, somente para servir de demonstração, devido à pequena quantidade de amostras:

1. 100% dos casos são residências de até 300 m² (vinte casas).
2. 60% dos casos a construção existe a mais de 10 anos (doze casas);
25% dos casos a construção existe entre 5 a 10 anos (cinco casas);
15% dos casos a construção existe entre 1 a 5 anos (três casas).
3. 30% dos casos a construção foi acompanhada pelo proprietário (seis casas).
4. 10% dos casos o proprietário teve acesso aos projetos (duas casas).
5. 0% dos casos houve projeto de impermeabilização (zero casa).
6. 25% dos casos houve algum processo de impermeabilização durante a construção (cinco casas).
7. 80% dos casos apresentaram problemas relacionados à umidade (dezesesseis casas).

8. Dentre essas 16 residências houve problemas de:
 - 68,75% apresentaram mofo (onze casas);
 - 31,25% apresentaram descolamento de revestimentos (cinco casas);
 - 93,75% dos casos bolhas na parede (quinze casas);
 - 18,75% fissuras (três casas);
 - 37,5% desagregamento de reboco (seis casas);
 - 6,25% eflorescências (uma casa).

9. 43,75% dos casos passaram por reforma (sete casas).

10. Dentre às sete casas:
 - 28,57% até 12 meses (duas casas);
 - 28,57% até 2 anos (duas casas);
 - 42,85% a mais de 2 anos (três casas).

11. 28,57% não resolveram os problemas (duas casas).

Diante desses levantamentos podemos chegar a uma conclusão que a maioria das residências possui problemas relacionados à umidade, fato que coincide com pesquisas relacionadas que mostram que a infiltração de água é uma das principais causas de aparecimentos patológicos em uma edificação.

Visto isso, podemos ramificar esse levantamento de modo a dar conclusões relacionadas ao processo de impermeabilização na construção civil, de acordo com a revisão bibliográfica desse trabalho.

Pode-se notar que a maioria das residências no estudo apresentaram problemas de umidade, conseqüente devido à ausência de projetos de impermeabilização ou a ausência de impermeabilização propriamente dita.

Também pode se considerar a resultante de problemas a falta de acompanhamento na execução, possíveis erros em detalhes construtivos, métodos de aplicação ou escolha do sistema e produtos inadequados, visto que 25% dos casos houve algum tipo de processo impermeabilizante durante a construção, resultando mesmo assim em falhas, ocasionando as patologias. Nestes quesitos

podemos dar destaque também aos 28,57% dos casos aonde foram realizadas reformas para correção do problema, sem sucesso.

Apenas uma pequena porcentagem, na qual construções mais novas, aonde o proprietário acompanhou a obra, teve acesso a projetos construtivos e houve algum tipo de processo de impermeabilização não apresentaram problemas. Concluindo assim, que um acompanhamento pelo responsável com conhecimento adequado pode ocasionar em uma construção funcional sem problemas não só relacionados à umidade como qualquer outro prejudicial à edificação.

Podemos colocar em questão a evolução da tecnologia e informações que resultam esse conhecimento nos dias de hoje, trazendo benefícios à área civil nessas questões. Por mais que a água é um problema para esses aspectos na construção, muito se foi melhorado em questões de produtos e técnicas para estanqueidade de uma edificação, por mais que ainda são pouco conhecidas diante ao seu difícil acesso que é disponibilizado dispersamente.

De acordo com esses resultados a figura a seguir exemplifica os tipos de erros mais comuns encontrados, resultante em falhas de sistemas de impermeabilização:

Figura 35 - Falhas no sistema impermeabilizante (continua)

FALHAS DE	CAUSAS
Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de impermeabilização • Ausência de projeto • Incompatibilidades com demais projetos • Dimensionamentos inadequados • Escolha inadequado de matérias e sistemas • Previsões de interferências e caimentos mal projetados

Figura 35 - Falhas no sistema impermeabilizante (conclusão)

Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Detalhes mal executados • Ausência de argamassa de regularização • Ausência de arredondamentos de cantos • Execução sem regularização e limpeza da base • Juntas mal executadas • Falhas em emendas de mantas, não respeitando cobrimento adequado • Danificação de mantas durante execução • Falta de proteção mecânica • Mão de obra sem especialização • Aplicação do produto sem respeitar as recomendações de fábrica
Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa qualidade • Materiais adulterados, sem controle de qualidade • Adulteração por parte do aplicador
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Danos por excesso de carga • Instalações de equipamentos • Falta de inspeção • Falta de limpeza

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1 TÉCNICAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Diante do objetivo deste trabalho, de servir como base para um conhecimento geral sobre processos de impermeabilização, junto à bibliografia e todos os meios de pesquisas utilizados durante a confecção do mesmo, serão apresentados as principais técnicas de impermeabilização recomendadas para moradias populares seguindo o conceito da Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

6.1.1 Impermeabilização de vigas baldrame

O baldrame, frequentemente utilizado em moradias populares, tem o objetivo de transmitir as cargas da construção para a fundação e é localizada no solo, fazendo-se assim um meio mais comum para infiltração de água do solo por meio a capilaridade desses alicerces, pelo fenômeno da umidade ascendente, frequentemente causando patologias na pintura e rebocos de paredes.

Figura 36 - Patologia de umidade provinda do solo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por este motivo, a impermeabilização do baldrame é fundamental durante sua fase de execução, assim também como o contrapiso que está em contato com o solo, pois após a construção, o acesso a essas áreas são complicadas, tornando-se sua reparação inviável para obras habitacionais populares, devido ao alto preço do serviço.

No mercado há uma diversidade de produtos para esses fins, de diferentes marcas, porém o sistema mais utilizado e indicado é o rígido, na qual pode ser realizado por argamassas aditivadas ou argamassas poliméricas.

Ambos os produtos oferecem condições para estanqueidade requerida, porém a escolha depende de alguns fatores:

- Disponibilidade na região
- Diferença de preços entre os produtos
- Experiência da mão de obra

Figura 37 - Argamassas impermeabilizantes

PRODUTO	VANTAGEM	DESvantagem
Argamassa aditivada	Menor custo	Preparação e dosagem na obra
Argamassa polimérica	Já vem dosada, pronta para misturar	Maior custo

Fonte: Modificado a partir de Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

Antes da escolha do método de impermeabilização, é proveniente avaliar o local onde será executado a fim de evitar infortúnios obtendo resultados satisfatórios, pois a maioria das falhas ocorre na etapa de planejamento ou execução.

Na presença de trincas e fissuras no baldrame, o mesmo deve ser reparado, antes da aplicação. Também é necessária a verificação de existência de lençol freático alto, analisando a localização da área e colhendo informações sobre problemas de umidades de obras vizinhas. Devem ser tomados cuidados na superfície a ser impermeabilizada, devendo estar limpa, sem partículas soltas, sujeiras, pó, ponta de ferragens ou qualquer tipo de material que atrapalhe a aderência.

Durante e após a aplicação é necessário o acompanhamento, sendo necessário verificar a qualidade dos materiais e sua conservação, verificar se o traço, consumo e aplicação dos produtos estão de acordo com o recomendado pelos

fabricantes, se as ferramentas e equipamentos de proteção individual estão sendo utilizados corretamente e após conclusão restringir trânsito de pessoas e equipamentos no local.

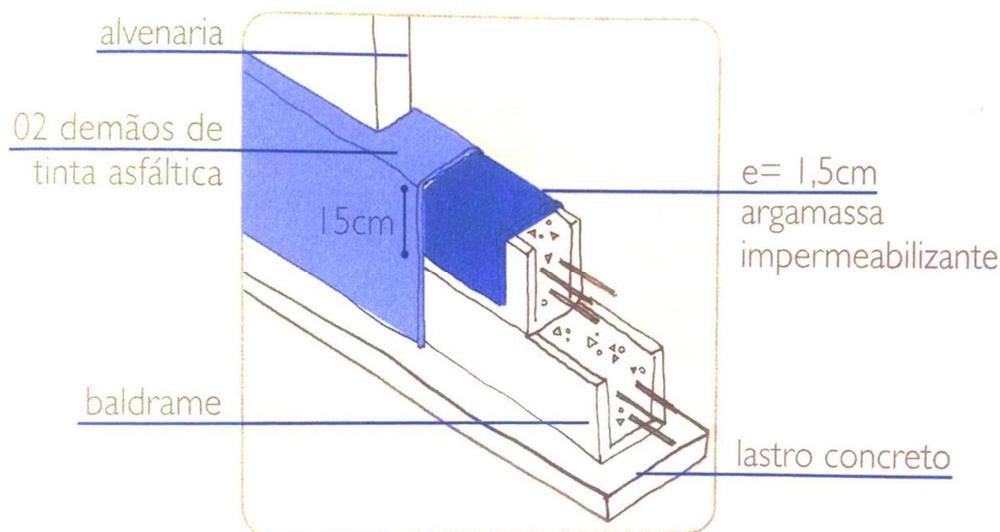
A figura a seguir exemplifica o passo a passo para aplicação da argamassa com aditivo impermeabilizante na superfície do baldrame:

Figura 38 - Aplicação de argamassa com aditivo impermeabilizante

ETAPA	PROCESSO
1	Verificar se a superfície do baldrame esteja livre de interferências e limpa.
2	Umedecer a superfície com brocha e aplicar uma camada de chapisco com traço 1:2 (cimento e areia) para aderência do impermeabilizante.
3	Preparar a argamassa de acordo com o fabricante do produto impermeabilizante traço 1:3 (cimento e areia média); Em seguida misturar o aditivo em água na proporção recomendada pelo fabricante; Acrescentar aos poucos a parte líquida obtida à massa, misturando-as.
4	Aplicar a argamassa aditivada no baldrame com espessura de 1,5 a 2 cm e uma altura de 15 cm nas laterais; Executar o acabamento com desempenadeira de madeira; Cantos devem ser arredondados; Manter a argamassa úmida durante 3 dias (cura úmida).
5	Aguardar 15 dias e aplicar duas demãos de tinta asfáltica (de acordo com instruções do fabricante).
6	Utilizar a mesma argamassa para assentamento das três primeiras fiadas da parede, assim como o seu revestimento interno e externo com uma altura mínima de 1 metro acima do piso; A impermeabilização horizontal do contrapiso deve ser ligada com a impermeabilização vertical dos alicerces.

Fonte: Modificado a partir de Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

Figura 39 - Detalhe de impermeabilização de baldrame



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

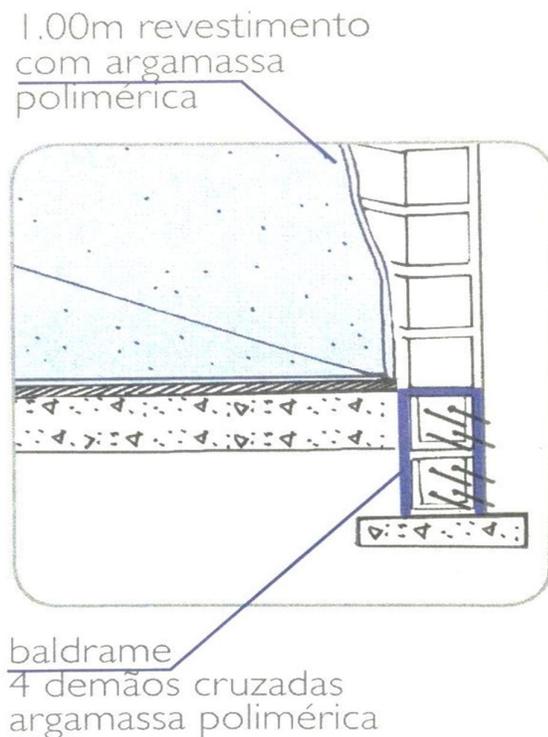
A figura a seguir exemplifica o passo a passo para aplicação da argamassa polimérica impermeabilizante na superfície do baldrame:

Figura 40 - Aplicação de argamassa polimérica

ETAPA	PROCESSO
1	Verificar se a superfície do baldrame esteja livre de interferências e limpa.
2	Composto de componentes A (resinas) e B (pó), devem ser misturados de acordo com o fabricante para formação da consistência desejada (revestimento ou pintura).
3	Em forma de pintura, aplicar sobre o baldrame com brocha ou trincha em 4 demãos cruzadas, de acordo com o intervalo de tempo indicado pelo fabricante.
4	Em forma de revestimento aplicar como revestimento interno e externo de paredes, com uma altura mínima de 1 metro acima do piso.

Fonte: Modificado a partir de Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

Figura 41 - Detalhe de baldrame impermeabilizado



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

6.1.2 Impermeabilização de lajes

É requerida principalmente quando não há presença de um telhado, visto que a água da chuva pode se infiltrar em pequenos poros dos materiais ou infiltrar através de fissuras existentes do concreto pelo fenômeno da percolação, assim resultando na presença de umidade no teto e paredes, danificando a estrutura e consequentemente ocasionando patologias, que resultam na saúde e segurança dos habitantes.

Figura 42 - Patologia por infiltração na laje



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como já citado neste trabalho, o sistema de impermeabilização indicado a esta situação é o flexível, devido à movimentação existente por variações térmicas, sobrecargas, etc.

Podemos encontrar situações em que as áreas das lajes irão receber trânsito de pessoas, cargas como de churrasqueiras e equipamentos que, por exemplo, são encontrados na implantação de áreas de lazer, que necessitam de proteção mecânica. Ou áreas sem trânsito, com acesso eventual para limpezas e manutenções.

A figura a seguir demonstra os principais e mais utilizados tipos de impermeabilizantes para ambos os casos de tipo de trânsito, além de suas vantagens e desvantagens:

Figura 43 - Impermeabilizantes flexíveis

Solicitação	Impermeabilizante	Vantagem	Desvantagem
Com trânsito	Manta asfáltica	Rápida liberação da área	Mão de obra especializada
	Emulsão asfáltica	Facilidade de aplicação	Tempo de execução maior
Sem trânsito	Membrana acrílica	Facilidade de aplicação	Tempo de execução maior
	Manta aluminizada	Melhoria de isolamento térmico	Mão de obra especializada

Fonte: Modificado a partir de Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

É essencial utilizar mão de obra especializada, com experiência, pois o uso incorreto de matérias, erros executivos e a falta de manutenção podem gerar danos à impermeabilização comprometendo o sistema. No caso de mantas, o aplicador tem que ter experiência com maçarico, enquanto no caso de membranas é fundamental conhecer o produto, seu consumo, número de demãos, tipo de espalhamento conforme o fabricante recomenda.

Um planejamento prévio também é essencial para garantir o desempenho de estanqueidade desejado, conforme a figura:

Figura 44 – Planejamento (continua)

PLANEJAMENTO
O serviço deve ser realizado em épocas de poucas chuvas, pois a superfície deve estar seca.
O local a ser impermeabilizado deve estar livre para serviço, sem acesso de trânsito.
Necessidade de locais com pontos de fornecimento de água e energia para execução de serviço.
Certificar que a cura da argamassa de regularização esteja finalizada antes de iniciar os serviços
Trincas e fissuras devem ser tratadas, assim como saliências e juntas de dilatação durante a regularização.

Figura 44 – Planejamento (conclusão)

Não haver falhas de concretagem, trincas e descontinuidades em elementos de fechamento laterais, como muretas e parapeitos.
Tubulações hidráulicas e elétricas, caixa d'água, aquecedor solar, vigas invertidas, pilares, escadas, floreiras, equipamentos de ar condicionado entre outros devem já estar fixados e instalados.
Necessidade de elaboração de um projeto básico, para orçamento e execução.
Consultar a NBR 9574:2008 e NBR 9475:2010

Fonte: Modificado a partir de Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

Como já citado neste trabalho, a necessidade de um projeto de impermeabilização é extremamente viável, pois a sua elaboração auxilia nos detalhes exigidos, regularizações recomendadas e também a montagem do orçamento.

A figura a seguir mostra alguns itens básicos para montagem de um projeto:

Figura 45 - Projeto básico

ITEM	PROCEDIMENTO
1	Desenho da área a ser impermeabilizada com dimensões, corte e desníveis.
2	Verificar se escoamento de água é suficiente para pontos de saída existentes, caso negativo planejar a execução de novos pontos. Ralos devem ter dimensão mínima de 75 mm e estarem afastados de paredes e outros elementos no mínimo de 10 cm.
3	Tubulações externas devem ter distâncias de 10 cm entre elementos verticais e horizontais.
4	Calcular a declividade de escoamento mínimo de 1% para pontos coletores de água.
5	Detalhar procedimento de impermeabilização de ralos, rodapés e arremates.
6	Calcular a área a ser impermeabilizada: Áreas horizontais: Toda área deve ser computada; Áreas verticais: Paredes e pilares, 30 cm acima do piso devem ser computados. Muretas de até 50 cm, computar toda área vertical e horizontal do topo, finalizando com rufo.

Fonte: Modificado a partir de Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

Tento realizado o planejamento e projeto, o serviço está apto a se iniciar, porém, primariamente é necessária a preparação da superfície para receber o sistema de impermeabilização, para isso devemos seguir os conceitos da NBR 9575:2010 e NBR 9474:2008, que podemos ressaltar os mais importantes na seguinte figura:

Figura 46 - Preparação da superfície

PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE	
	Limpeza da superfície de pó, partes sólidas, óleos e entre outros materiais que podem prejudicar a aderência.
	Execução da argamassa de regularização com traço recomendado de 1:3 ou 1:4, podendo ser aditivado para melhor aderência.
	Regularização de caimentos mínimos de 1%.
	Regularização de ralos e coletores com diâmetro mínimo de 75 mm, devidamente fixados a estrutura.
	Execução de rebaixamento de 1 cm numa área de 20x20 cm em torno de ralos e descidas de água.
	Regularização de cantos arredondados em encontro com paredes para acomodação da manta.

Fonte: Modificado a partir de Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

A figura a seguir exemplifica o passo a passo para aplicação de mantas asfálticas e mantas aluminizadas:

Figura 47 - Aplicação de mantas asfálticas e aluminizadas (continua)

ETAPA	PROCEDIMENTO
1	Aplicação de uma demão de primer na superfície a ser impermeabilizada seguindo o tempo de secagem de acordo com fabricante.
2	A aplicação da manta deve ser iniciada pelos ralos: <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar a manta asfáltica 10 cm na parte interna do ralo, com uma sobra de mais 10 cm na superfície, na qual será cortado em tiras que serão coladas com o maçarico à superfície; • Colocar um pedaço de manta cobrindo toda a superfície rebaixada do ralo e cortar em forma de pizza, que será colado na parte interna do tubo;

Figura 47 - Aplicação de mantas asfálticas e aluminizadas (conclusão)

3	Realizar o alinhamento da manta na superfície, avançando o rolo com o pé enquanto é aquecida juntamente com o primer com auxílio de um maçarico.
4	Realizar o transpasse mínimo sobrepondo as mantas pelo menos 10 cm.
5	Para finalização de cantos utilizar uma colher de pedreiro para dar acabamento arredondado
6	Teste de impermeabilização de lâmina de água por 72 horas. Na qual deverá ser fechado as saídas de água e aplicado uma lâmina de no mínimo 5 cm de água por 72 horas. Nesse período é avaliado se há falhas e outras saídas de escape de água. No caso de infiltração ou umidade a impermeabilização deve ser reparada e o teste reaplicado.
7	Necessidade de aplicação de proteção mecânica para casos de laje com trânsito para mantas asfálticas.

Fonte: Modificado a partir de Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

A figura a seguir exemplifica o passo a passo para aplicação de membrana acrílica e emulsão asfáltica:

Figura 48 - Aplicação de membrana acrílica e emulsão asfáltica

ETAPA	PROCEDIMENTO
1	Verificar se há necessidade do produto requerer uma camada de primer segundo o fabricante.
2	Aplicar a primeira demão e aguardar o tempo indicado de secagem pelo fabricante entre as demãos. Nas emulsões, a primeira demão é diluída em água na quantidade recomendada do produto.
3	A partir da segunda demão, aplicadas sem diluição, deve ser colocado uma tela de tecido de poliéster que deve ficar coberta até a última aplicação recomendada pelo produto.
4	Ralos e rodapés devem ser tratados previamente com uma camada de tela de tecido de poliéster do tamanho suficiente para cobrir a área.
5	Teste de impermeabilização de lâmina de água por 72 horas. Na qual deverá ser fechado as saídas e aplicado uma lâmina de no mínimo 5 cm de água por 72 horas. Nesse período avaliar se há falhas e outras saídas de água. No caso de infiltração ou umidade a impermeabilização deve ser reparada, e o teste reaplicado.
6	Necessidade de aplicação de proteção mecânica para casos de laje com trânsito para emulsão asfáltica.

Fonte: Modificado a partir de Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

A figura a seguir descreve o procedimento de aplicação de proteção mecânica pra lajes com trânsito, no caso de mantas asfálticas:

Figura 49 - Aplicação de proteção mecânica

ETAPA	PROCEDIMENTO
1	Após teste de estanqueidade e eliminação de toda lâmina de água, aplicar papel Kraft ou outro recomendado para evitar aderência da argamassa com o impermeabilizante.
2	O caso da manta asfáltica a proteção mecânica deve ser estruturada com uma tela metálica galvanizada ou plástica. Áreas com tráfego de veículo exigem uma camada amortecedora de no mínimo 2 cm e que a proteção mecânica seja estrutura com tela metálica eletrossoldadas.
3	Aplicação de argamassa traço 1:6 com espessura média de 2 cm em cima da camada separadora.
4	Concluída a etapa acima, a superfície pode receber revestimento de acabamento final. No caso da própria proteção mecânica for o acabamento final seu traço mínimo deve ser 1:4 e com espessura de pelo menos 3 cm.

Fonte: Modificado a partir de Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

6.1.3 Método de reparo de paredes

Frequentemente causado por umidade do solo, as paredes podem apresentar desde falhas nas pinturas, até desagregamento de reboco entre outras patologias, dependendo do grau de impregnação de umidade.

Figura 50 - Patologia em parede



Fonte: Elaborado pelo autor.

É preciso realizar uma análise na área afetada para identificação da solução a ser adotada, variando de acordo com as características da superfície como a figura a seguir exemplifica:

Figura 51 - Solução para reparo de paredes

SITUAÇÃO	CARACTERÍSTICAS	SOLUÇÃO
Umidade impregnada	Reboco úmido apresentando destacamento e desagregamento.	Pintura com argamassa polimérica sobre a alvenaria e execução de reboco com argamassa aditivada impermeabilizante
Umidade pouco impregnada	Reboco não apresentando desagregamento e visualmente seco, somente pintura e massa corrida danificadas, com bolhas, manchas, bolor.	Execução de pintura impermeabilizante sobre o reboco.

Fonte: Modificado a partir de Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

As figuras a seguir exemplificam o procedimento passo a passo para ambos os tipos de situação:

Figura 52 - Solução para umidade bem impregnada (continua)

ETAPA	PROCESSO
Preparação da superfície	
1	Remoção do reboco afetado até a alvenaria com distância maior de 50 cm da área afetada;

Figura 52 - Solução para umidade bem impregnada (conclusão)

2	Retirar qualquer tipo de sujeira que pode danificar aderência da impermeabilização com auxílio de uma escova de aço e água.
Aplicação da argamassa impermeabilizante	
3	Execução de argamassa em traço 1:3 com diluição de adesivo polimérico na água de amassamento na proporção indicada pelo fabricante;
4	Reparar com a argamassa áreas com falhas na alvenaria;
5	Aguardar 24 horas antes de iniciar os serviços de impermeabilização.
Aplicação de argamassa polimérica	
6	Preparar a argamassa polimérica de acordo com o fabricante na consistência de pintura;
7	Umedecer a superfície com brocha;
8	Aplicar o produto usando brocha ou trincha seguindo o número de demãos indicadas pelo fabricante;
9	Aguardar secagem da argamassa polimérica no mínimo 24 horas e no máximo 7 dias para realizar o chapisco.
Aplicação de chapisco	
10	Preparação de chapisco no traço 1:2 (cimento e areia);
11	Utilizar emulsão adesiva polimérica diluída na água de amassamento seguindo proporção indicada pelo fabricante;
12	Aplicar o chapisco e aguarda no mínimo 24 horas para início da aplicação de argamassa impermeável;
Aplicação de argamassa impermeável	
13	Preparar argamassa no traço 1:3 (cimento e areia);
14	Utilizar aditivo hidrófugo na argamassa de acordo com indicação do fabricante;
15	Aplicar o reboco com a argamassa e aguardar no mínimo 28 dias para sua cura antes da execução do acabamento final.

Fonte: Modificado a partir de Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

Figura 53 - Solução para umidade pouco impregnada

ETAPA	PROCEDIMENTO
Preparação da superfície	
1	Remover toda pintura e massa corrida da região afetada mais 50 cm além do perímetro;
2	Retirar qualquer tipo de mancha, mofo ou fungos com escova de aço com água limpa e água sanitária na proporção 1:1, depois enxaguar com água limpa e deixar secar;
3	Aguardar a secagem da superfície antes da aplicação do produto impermeabilizante.
Aplicação de pintura impermeabilizante	
4	No método de pintura impermeabilizante utilizar resina de impregnação ou semelhante. A aplicação é através de brocha, pincel ou rolo, seguindo a orientação do fabricante sobre o consumo e quantidade de demãos cruzadas;
5	Aguardar secagem completa conforme orientação do fabricante antes de aplicar o acabamento final.

Fonte: Modificado a partir de Associação Brasileira de Cimento Portland (2013).

7 Conclusão

O desenvolvimento desse trabalho foi de significativa importância por proporcionar um conhecimento globalizado dos processos de impermeabilização na construção civil, visto a falta e disperso conteúdo de informações do assunto.

Diante do estudo realizado junto a revisão bibliográfica, podem se obter informações essenciais, como procedimentos e cuidados necessários para uma perfeita estanqueidade, visto que a construção está diretamente ligada a saúde e segurança de seus habitantes.

Existem poucos profissionais da área com qualidade e eficiência na mão de obra ou com pouco conhecimento básico sobre o assunto, derivando assim em falhas no sistema, devido à escolha inadequada de produtos, aplicações mal executadas, falta de planejamento na obra, entre outros.

Assim sendo, é de extrema importância ao profissional da área conhecer todo o procedimento, as etapas, o produto e suas técnicas de aplicação para alcançar resultados satisfatórios, protegendo o edifício de patologias que venham a danificar a estrutura, gerando transtornos, depreciação patrimonial e insalubridade.

É indispensável conhecer os tipos de infiltrações e suas patologias recorrentes, pois é extremamente importante para escolha do sistema de impermeabilização, juntamente com produto correto, para evitar ou corrigir a área afetada requerente.

Reforçando a ideia que uma impermeabilização projetada, devidamente planejada, com detalhes técnicos das normas vigentes, previamente a sua aplicação, gera um ótimo custo benefício, podendo evitar falhas comuns encontradas por ausência dos mesmos. Lembrando também que o custo de reparo devido à falta ou falha da impermeabilização, é alto, por necessitar de reformas que envolvem pinturas e rebocos novos, troca de revestimentos cerâmicos, reparos em forros de gessos entre outros.

Há carência de material sobre o assunto, por isso coube a este trabalho reunir todas as informações necessárias para um conhecimento que posso auxiliar profissionais da área, podendo impulsionar o consentimento em relação à importância da impermeabilização e todos os benefícios resultantes, assim havendo um incentivo para uma disseminação maior de informações através de novas pesquisas e bibliografias.

É necessário estar ciente quando estamos à frente a uma construção que não só estamos lidando com elementos estruturais, mas também, com seres humanos, que depositam sua confiança em nós. Estamos construindo muitas vezes o sonho das pessoas, e por isso cabe ao profissional se conscientizar e ter o conhecimento necessário para realizar tal fato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Mãos a Obra Pro**. 1ª ed. São Paulo: Alaude, 2013.

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

_____. **NBR 9574**: Execução de Impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 16072**: Argamassa Impermeável. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 11905**: Argamassa polimérica industrializada para impermeabilização. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 15885**: Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento, para impermeabilização. Rio de Janeiro, 2010.

CASAD'ÁGUA. **Impermeabilização**. [2010?]. 1 folheto

CICHINELLI, G. Estanqueidade garantida. **Téchne**, c2012. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/189/artigo288006-2.aspx>>. Acesso em 12 set. 2016.

FERREIRA, F. Conhecendo os impermeabilizantes. **Equipe de Obra**, c2012. Disponível em: <<http://equipededeobra.pini.com.br/construcao-reforma/44/conhecendo-os-impermeabilizantes-veja-quais-sao-os-sistemas-de-245388-1.aspx>>. Acesso em 3 ago. 2016.

FREIRE, M. A. **Métodos executivos de impermeabilização de um empreendimento comercial de grande porte**. 2007. 67 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

HUSSEIN, J. S. M. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão – PR**. 2013. 54 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. Projetos, produtos e aplicações. **IBI Brasil**, [c2010?] Disponível em: <<http://www.ibibrasil.org.br/projetos>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

MELLO, L. S. L. **Impermeabilização – Materiais, procedimentos e desempenho**. 2005. 43 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.

NOGUEIRA, H. Aplicação de revestimento impermeabilizante à base de poliureia. **Téchne**, c2012. Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/186/artigo287989-2.aspx>>. Acesso em 5 ago. 2016.

PIRONDI, Zeno. **Manual Prático da Impermeabilização e de Isolação Térmica**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 1988.

POXPUR. Impermeabilização e Pisos Especiais. **Poxpur**, c2014. Disponível em: <<http://poxpur.com.br/produtos/impermeabilizacao-e-pisos-especiais/>>. Acesso em 21 out. 2016.

QUERUZ, F. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edifícios da Vila Belga**. 2007. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SCHÖNARDIE, C. E. **Análise e tratamento das manifestações patológicas por infiltração em edificações**. 2009. 84 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009.

SOARES, F. F. **A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil**. 2014. 120 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

STORTE, M. Manifestações Patológicas na Impermeabilização de Estruturas de Concreto em Saneamento. **Fórum da Construção**, [c2010?]. Disponível em: < <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=604>>. Acesso em 9 set. 2016.

TELES, M. M.; FREI, R. G. **A importância da impermeabilização em edificações – Estudo de caso no tratamento de infiltrações em laje de subsolo**. 2009. 55 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2009.

TOKUDOME, N. Carbonatação do concreto. **Cimento Itambé**, c2009. Disponível em: < <http://www.cimentoitambe.com.br/carbonatacao-do-concreto/>>. Acesso em 9 set. 2016.

VEDACIT. **Impermeabilização de Estruturas**. 7ª ed. 94 f. 2012.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar**. 10ª ed. São Paulo: Pini, 2009.

APÊNDICE A – COLETA DE DADOS

1. A residência possui área inferior a 300 m²?
 SIM NÃO

2. Há quanto foi construída?
 ATÉ 12 MESES ENTRE 5 ANOS A 10 ANOS
 ENTRE 1 ANO A 5 ANOS MAIS DE 10 ANOS

3. Houve acompanhamento do proprietário durante a construção?
 SIM NÃO

4. Houve acompanhamento de projetos construtivos pelo proprietário?
 SIM NÃO

5. Houve projeto de impermeabilização?
 SIM NÃO

6. Houve algum processo de impermeabilização durante a construção?
 SIM NÃO

7. A construção apresentou algum tipo de problema relacionado à umidade?
 SIM NÃO

8. Caso afirmativo, quais?
 MOFO
 DESCOLAMENTO DE REVESTIMENTOS
 BOLHAS NA PINTURA
 FISSURAS
 DESAGREGAMENTO DE REBOCO
 OUTROS: _____

9. A residência já passou por algum processo de reforma para reparar problemas gerados por excesso de umidade?
 SIM NÃO

10. Caso afirmativo, há quanto tempo?
 ATÉ 6 MESES ATÉ 12 MESES
 ATÉ 2 ANOS MAIS DE 2 ANOS

11. Caso afirmativo, foi solucionado?
 SIM NÃO