

YUNARA KAREM FELIX RESENDE CÂMARA

IMPERMEABILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

MOSSORÓ/RN

2022

IMPERMEABILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL¹

Yunara Karem Felix Resende Câmara²

Katia Regina Freire Lopes³

RESUMO

Este artigo deve como tema a impermeabilização na construção civil, para tanto, definiu-se como objetivo geral analisar a importância da impermeabilização na construção civil. Tendo como objetivos específicos, definir a importância da impermeabilização, apresentar as patologias decorrentes de falha ou ausência de impermeabilização e avaliar as principais vantagens e desvantagens dos sistemas de impermeabilização na construção civil. O trabalho foi elaborado com base em pesquisas bibliográficas em trabalhos já realizados, revistas e periódicos especializados na área, normas técnicas, artigos científicos publicados em congressos da área. Observou-se no estudo que a impermeabilização é o envelope da edificação, um sistema que protege a edificação das condições do meio onde está edificada, além do isolamento de certos cômodos da própria estrutura, sendo um processo que visa selar, colmatar ou vedar materiais porosos ou suas falhas. Estes defeitos podem ocorrer devido à esforços ou pela mecânica dos materiais e suas reações ao entrarem em contato uns com os outros. A patologia mais frequente e com mais difícil tratamento nas edificações é a umidade. Esta dificuldade advém não somente devido à complexidade dos fenômenos, mas também devido a falhas construtivas, geralmente de impermeabilização. A umidade que ataca as edificações pode ser dividida em alguns tipos de acordo com sua origem. A importância da impermeabilização somente é notada quando há falhas na execução da mesma, gerando patologias que causam desconfortos estéticos, ambientais e podem acarretar problemas de saúde aos usuários. Por fim, concluiu-se que os objetivos deste estudo foram atingidos e sugeriu-se pesquisa futuras.

Palavras-chave: Construção civil, Impermeabilização, Técnicas.

ABSTRACT

This article has as its theme the waterproofing in civil construction, therefore, it was defined as a general objective to analyze the importance of waterproofing in civil construction. Having as specific objectives, to define the importance of waterproofing, to present the pathologies resulting from failure or absence of waterproofing and to evaluate the main advantages and disadvantages of waterproofing systems in civil construction. The work was prepared based on bibliographic research in works

¹ Artigo apresentado à Universidade Potiguar, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, em 2022.

² Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Potiguar – E-mail: yunarakarem@icloud.com

³ Professor-Orientador. Engenheira Agrônoma, especialista em Segurança no Trabalho, mestre e doutora em Ciência Animal. Docente na Universidade Potiguar – E-mail: katia.lopes@animaeducacao.com.br

already carried out, magazines and periodicals specialized in the area, technical standards, scientific articles published in congresses in the area. It was observed in the study that waterproofing is the building envelope, a system that protects the building from the conditions of the environment where it is built, in addition to the isolation of certain rooms of the structure itself, being a process that aims to seal, fill or seal porous materials. or its flaws. These defects can occur due to stress or the mechanics of the materials and their reactions when they come into contact with each other. The most frequent pathology and the most difficult to treat in buildings is humidity. This difficulty arises not only due to the complexity of the phenomena, but also due to constructive failures, usually of waterproofing. The moisture that attacks buildings can be divided into some types according to their origin. The importance of waterproofing is only noticed when there are failures in its execution, generating pathologies that cause aesthetic and environmental discomforts and can cause health problems to users. Finally, it was concluded that the objectives of this study were achieved and future research was suggested.

Keywords: Civil construction, Waterproofing, Techniques.

1 INTRODUÇÃO

A crescente necessidade pela satisfação dos clientes, pelo cumprimento dos prazos e redução dos custos da obra gera cada vez mais o estudo e aprimoramento das técnicas utilizadas nas edificações.

A impermeabilização, é um conjunto de serviços que visam a proteção da edificação contra fluídos, vapores e umidade, realizada em camadas e com funções específicas, segundo a NBR 9575 – “Impermeabilização - Seleção e Projeto” – deve ser um procedimento de grande importância considerado no momento do projeto de um empreendimento.

Segundo Righi (2009) o processo de impermeabilização corresponde de 1% a 3% do custo total da obra, porém, se é mal executada, os custos com manutenção podem chegar a ser até 15 vezes mais onerosos. A técnica de impermeabilização é relatada desde os tempos antigos, com descrição até mesmo na Bíblia, realizada na Arca de Noé e na Torre de Babel. Nesta época e até meados do século XX, utilizava-se o betume como principal impermeabilizante. Com o avanço das técnicas e da ciência, passou-se a utilizar impermeabilizantes com aditivos poliméricos (FREIRE, 2007).

O processo de impermeabilização, como qualquer um, apresenta diversas vantagens e desvantagens, sendo estas variáveis de acordo com o tipo de técnica utilizada. As principais classificações dos tipos de impermeabilizantes são de acordo com a NBR 9575/2003, que divide o sistema em impermeabilização rígida e impermeabilização flexível.

Considerando estas duas classificações, cada subsistema se divide em diversas técnicas e materiais utilizados, recomendados para os mais diversos tipos de ambientes, com diferentes níveis de exposição ao sol, chuva e calor.

Ao desenvolver este trabalho, busca-se distinguir os principais problemas correlacionados aos erros da impermeabilização, pode observar que dentro de uma construção diversos problemas podem acometer em atrasos, como atraso na entrega de materiais, falta de mão de obra especializada, problemas de solo,

também há situações como atrasos na execução do contrato, modificações do projeto, alteração de valores, até mesmo a modificação da forma de pagamento, ou seja diversos problemas podem acometer uma obra no geral, mas o problema com a impermeabilização com certeza é o que mais necessita de atenção. Mas identificar erros, diagnosticar e propor soluções ao caso ocorrido em sistema de impermeabilização é algo de extrema importância e necessita de atenção redobrada. Segundo Antonelli (2002), as principais causas de falhas de impermeabilização são: fissuras nos rodapés das paredes, infiltrações nas periferias de ralos e tubulações, fissuras nas estruturas, falta efetiva de impermeabilização, perfurações na impermeabilização e proteção mecânica da mesma.

Como é possível observar nas citações de Righi (2009), Freire (2007) e Antonelli (2002), a concentração de umidade e água em certos locais e a ausência da impermeabilização em uma obra permite o faz com que problemas e transtornos que a curto e longo prazo irá prejudicar aos moradores como por exemplo, a deterioração das estruturas, as manchas, apodrecimentos, ferrugens e bolores, que podem de forma direta ou indireta danificar o projeto e até mesmo a saúde dos moradores e/ou envolvidos, isso tudo sem contar que os gastos com a manutenção, reparo ou para a implantação de impermeabilização pós obra concluída é extremamente onerosa.

Por estes problemas, tão comuns dentro de uma obra é que a importância deste trabalho se justifica, a necessidade de disseminação da importância do estudo e da necessidade de projeto e correta execução da impermeabilização. A impermeabilização pode ser aplicada em obras e não é de difícil execução. Por meio deste estudo, visa-se também analisar alguns itens principais acerca do procedimento.

Diante do contexto apresentado, este estudo tem como questão norteadora do trabalho: O que é a impermeabilização e qual sua importância na construção civil? Para atender a este problema, definiu-se como objetivo geral analisar a importância da impermeabilização na construção civil. Tendo como objetivos específicos, definir a importância da impermeabilização, apresentar as patologias decorrentes de falha ou ausência de impermeabilização e avaliar as principais vantagens e desvantagens dos sistemas de impermeabilização na construção civil.

Considerando-se a crescente necessidade por novas soluções construtivas que tragam benefícios ao cliente, satisfazendo os prazos e com menor custo, diversas técnicas vêm sendo aprimoradas, e entre elas, a impermeabilização (SOARES, 2014).

O trabalho foi elaborado com base em pesquisas bibliográficas em trabalhos já realizados, revistas e periódicos especializados na área, normas técnicas, artigos científicos publicados em congressos da área. As principais fontes de pesquisa utilizadas são Google Acadêmico, LILACS, Scielo, Teses USP, entre outras.

As palavras chave utilizadas nas pesquisas foram impermeabilização, construção civil, patologias de impermeabilização e normas de impermeabilização.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Impermeabilização, conceitos e importância

Para Soares (2014), o Sistema de Impermeabilização pode ser considerado

um conjunto de produtos e serviços destinados a conferir estanqueidade as partes de uma construção. Sendo está estanqueidade definida, uma propriedade de um elemento (ou conjunto de componentes) de impedir a penetração ou passagem de fluídos através de si. A sua determinação está associada a uma pressão limite de utilização (a que se relaciona as condições de exposição do elemento).

Segundo a NBR 9575 – Impermeabilização – Seleção e Projeto – o conceito de impermeabilização define-se como:

“O produto resultante de um conjunto de componentes e elementos construtivos (serviços) que objetivam proteger as construções contra a ação deletéria de fluídos, de vapores e da umidade; produto (conjunto de componentes ou o elemento) resultante destes serviços. Geralmente a impermeabilização é composta de um conjunto de camadas, com funções específicas.”

Segundo Righi (2009) a impermeabilização é um procedimento que demanda certa experiência e conhecimento profissional, pois se houverem falhas mínimas, todo o serviço é comprometido.

A impermeabilização é o envelope da edificação, um sistema que protege a edificação das condições do meio onde está edificada, além do isolamento de certos cômodos da própria estrutura. Todavia, quando não se faz uso dos métodos adequados de impermeabilização, de acordo com o tipo de estrutura, o meio no qual está exposta e sua finalidade, corre-se o risco de provocar problemas de habitabilidade, além dos prejuízos quanto à funcionalidade da construção e degradação dos materiais constituintes (DA SILVA et al., 2019).

Segundo Arantes e Figueiredo (2007) a impermeabilização pode ser comparada a um “envelope” do edifício, que tem como objetivo garantir a durabilidade da edificação, o conforto e saúde do usuário e a proteção do meio ambiente. Atualmente, há mudanças de ideias em relação à impermeabilização, que era vista como um processo caro e de desempenho não garantido. Estes conceitos eram tidos sem que houvessem análises profundas de custo – benefício, ao contrário dos dias atuais.

Arantes e Figueiredo (2007) ainda citam que, hoje em dia o processo de impermeabilização atinge praticamente quase todas as fases da construção: fundações, sub-solos, estrutura, fachadas e coberturas, possibilitando maior e melhor aproveitamento da edificação.

Antonelli, Carasek e Cascudo (2002) afirmam que a impermeabilização é um processo que exige certo nível de especialização da mão de obra, pois sua execução incorreta pode acarretar problemas futuros e que sua solução poderá ser mais cara em uma ordem de até 15 vezes o valor da impermeabilização inicial, quando executada corretamente. A impermeabilização é um processo que não recebe o devido valor e atenção merecidos, talvez por ser equivalente a até 3% do custo total da obra, somente.

Para Macedo et al. (2017), a impermeabilização é um processo que visa selar, colmatar ou vedar materiais porosos ou suas falhas. Estes defeitos podem ocorrer devido à esforços ou pela mecânica dos materiais e suas reações ao entrarem em contato uns com os outros.

Da Silva et al. (2019), apresenta que dentre os principais problemas encontrados em obras da construção civil, a falta de impermeabilização é sempre

um dos mais citados. E isto se deve ao fato da mesma, na maioria das vezes, estar fora do alcance visual após a conclusão da edificação, sendo geralmente negligenciada, tratada sem a necessária importância ou, até mesmo, não sendo utilizada.

Segundo Arantes e Figueiredo (2007) a busca por soluções para proteção das edificações é antiga. 85% das patologias das edificações estão relacionadas à água.

Segundo Freire (2007) e a Associação das Empresas de Impermeabilização - AEI (2016) os primeiros registros de execução da impermeabilização encontram-se na Bíblia, no antigo testamento. Nele, há evidências de que a Arca de Noé e a Torre de Babel foram impermeabilizadas com betume, mostrado na Figura 1.

Figura 1. Betume



FONTE: Blog Loja do Imper, 2014.

Freire (2007) ainda cita que os índios da América Central e do Sul utilizavam petróleo e derivados para pavimentar as estradas do império Inca e que gregos e romanos os utilizavam para a confecção de armas.

Nas caravelas de Pedro Álvares Cabral haviam profissionais especializados em calafetar as juntas de madeira com produtos como betume, abreu, pez, resina e alcatrão, com o objetivo de proteger a embarcação da entrada de água (FREIRE, 2007).

O asfalto e o alcatrão foram muito usados também nos banhos romanos e na proteção de estacas de madeira (ARANTES E FIGUEIREDO, 2007).

Já durante a Revolução Industrial, houve um grande avanço nas técnicas de impermeabilização, surgindo a aplicação de asfalto sobre as lajes das fábricas (ARANTES E FIGUEIREDO, 2007).

No século XX houve grande avanço tecnológico e o surgimento dos polímeros sintéticos, contribuindo para o desenvolvimento de novos impermeabilizantes com propriedades de elasticidade, extensibilidade e estanqueidade e com desempenho comparável ao impermeabilizante asfáltico (BEIRÃO et al, 2002).

Segundo Beirão et al (2002) no Brasil, os primeiros impermeabilizantes eram compostos por óleo de baleia misturado às argamassas de assentamento de tijolos e de revestimento de paredes. A impermeabilização só foi entendida como item que necessitava normatização nos anos de 1968, com a construção do Metrô de São Paulo. A primeira norma de impermeabilização foi publicada em 1975, juntamente com a fundação do Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), responsável pelas normatizações e divulgações do setor.

2.2 Patologias na construção civil

Inicialmente é importante entender a diferença entre o termo patologia e a expressão manifestação patológica. Manifestação patológica é o resultado de um mecanismo de degradação de uma edificação. Enquanto a patologia das edificações é a ciência que busca explicações e soluções para estas manifestações. Dessa forma, o termo patologia é mais amplo que manifestações patológicas. (FRANÇA et al., 2011).

As manifestações patológicas das edificações geralmente apresentam sintomas característicos, a partir dos quais é possível determinar as origens e causas desses fenômenos, podendo assim estimar suas prováveis consequências. O conhecimento das origens e causas desses problemas são fatores determinantes para um diagnóstico inicial. Para analisar os sintomas, é imprescindível uma rigorosa observação visual das patologias associado ao conhecimento teórico (HELENE, 1992).

Almeida (2008) diz que toda manifestação patológica ocorre a partir de um processo ou mecanismo. É de suma importância em qualquer análise patológica, o correto conhecimento do mecanismo causador do processo. Dessa forma, poderá ser feito um tratamento adequado ao problema diagnosticado. De acordo Lersch (2013) deve ser feita a correta diferenciação entre agentes agressivos e mecanismos de degradação. A presença de água em uma edificação, por exemplo, ocasiona várias ações e efeitos nocivos a estrutura, dessa forma a água é um agente agressivo. Quando uma estrutura é exposta ao agente água, ocorrem mudanças físicas e químicas que levam a perda das propriedades dos materiais ou de um elemento da construção, como a corrosão ou apodrecimento. Então, essas mudanças físicas e químicas podem ser denominadas de mecanismos.

Para Macedo et al (2017) a patologia mais frequente e com mais difícil tratamento nas edificações é a umidade. Esta dificuldade advém não somente devido à complexidade dos fenômenos, mas também devido a falhas construtivas, geralmente de impermeabilização. A umidade que ataca as edificações pode ser dividida em alguns tipos de acordo com sua origem.

No caso de umidade por chuva, ela atravessa do lado externo para o lado interno por meio de pequenas fissuras, por ação da chuva. A umidade de obra, ocasionada durante a fase de execução da obra. Concentra-se nos materiais porosos como o concreto, argamassa, pintura e tijolos ou blocos. Desaparece após cerca de seis meses. A umidade de condensação é causada pela condensação de água na superfície, após o contato da umidade do ar com uma superfície fria. A umidade de capilaridade, é a umidade causada pela absorção da água do solo através de capilares das fundações e paredes de pavimentos até as fachadas e pisos. A umidade por acidente é causada pela falha em sistemas hidráulicos (MACEDO et al, 2017).

Outra patologia é a Umidade ascendente, que segundo Apolinário (2013), a umidade ascendente decorre da absorção de água por capilaridade e se manifesta nas áreas inferiores da estrutura. Este tipo de umidade pode se manifestar de diferentes maneiras e intensidades, dependendo da umidade presente no solo. A umidade ascendente pode chegar a se propagar por capilaridade até 1,5 metro de altura.

A água presente nas edificações pode ser considerada um agente agressivo

ou um facilitador para a instalação de outras fontes nocivas à estrutura. A água tanto no estado líquido ou na forma de vapor é uma das principais causas das manifestações patológicas (QUERUZ, 2007). Entre esses problemas causados pela água estão as manchas de umidade e a presença de bolor ou mofo.

Esses defeitos nas edificações podem ocasionar problemas graves e de difíceis soluções, tais como: prejuízos de caráter funcional da edificação; desconforto aos usuários, podendo também acometer a saúde dos moradores; danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações; além de prejuízos financeiros (SOUZA, 2008).

Tanto Macedo et al (2017) quando Apolinário (2013) citam que, na presença de umidade haverão sinais externos que denunciarão o problema. Dentre estes sinais, pode-se citar a eflorescência e Lixiviação, a qual ocorre a partir da reação da água ácida com o hidróxido de cálcio da pasta de cimento presente no concreto, resultando em um sal. Este sal é carregado pela superfície do revestimento e forma manchas brancas ou estalactites, causando um desconforto estético à edificação.

A corrosão de Armaduras, que não é tão facilmente identificada, pois pode ocorrer sem que haja ruptura do concreto. Porém, um dos principais fatores que levam à corrosão de armaduras é a entrada de água através de fissuras no concreto. Por isso há necessidade de tratamento de fissuras com frequência (MACEDO et al, 2017).

O Mofo e Bolor, que segundo Macedo et al (2017), é um dos principais sinais de que há umidade na edificação é o aparecimento de mofo e bolor, que são acúmulos de fungos no revestimento. Geralmente aparecem em áreas com umidade por condensação e sem água corrente.

Para Da Silva et al. (2019), a umidade não é apenas uma causa de patologias, ela age também como um meio necessário para que grande parte das patologias em construções ocorra. Ela é fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais. Segundo Da Silva et al. (2019), sabe-se, inclusive, que locais de climas úmidos com regime de chuvas mais intensos são mais prejudiciais a conservação das construções. E isto se deve à ação da água como elemento de deterioração do material, ocasionando um intemperismo tanto químico quanto físico

Apolinário (2013) cita alguns outros sinais aparentes da presença de umidade na edificação, sendo eles: umedecimento das paredes, manchas de umidade, vesículas, descolamento do revestimento, mudança de cor dos revestimentos, apodrecimento, fissuras e odores desagradáveis.

Para Apolinário (2013) todos os problemas descritos podem vir a ocorrer por falhas de impermeabilização, que por sua vez, são resultados de falhas de projeto, material de má qualidade, mão de obra não especializada, ausência de supervisão durante a execução e/ou falta de cuidados posteriores.

A necessidade por reparos quando há ocorrência de patologias por umidade é certa. Dependendo da intensidade dos danos, pode haver a necessidade de retirada do revestimento, demolições, remoção de elementos, intervenções e recomposição do elemento afetado. Pode ainda haver o agravante de que a umidade apareça em outro elemento ou parede após o problema inicial ser tratado (APOLINÁRIO, 2013).

Portanto, o planejamento de manutenção e correção deste tipo de patologia deve ser muito bem planejado e executado, de forma que alcance a origem da

umidade, evitando novas intervenções (APOLINÁRIO, 2013).

2.3 Tipos de impermeabilização

Segundo a NBR 9575/2003, a impermeabilização pode ser dividida em dois grandes grupos: impermeabilização rígida e impermeabilização flexível. Cada uma é recomendada para locais e estruturas com características específicas, relacionadas à fissuração ou não e possuem diversos tipos de produtos que podem ser utilizados.

A impermeabilização é considerada um serviço especializado dentro da construção civil, sendo um setor que exige uma razoável experiência, no qual detalhes assumem um papel importante e onde a mínima falha, mesmo localizada, pode comprometer todo o serviço (SOARES, 2014).

Lima (2012) cita que alguns autores classificam os tipos de impermeabilização segundo a aderência que possuem, sendo classificados: independentes, aderentes ou semi independentes. Os sistemas podem ser classificados também de acordo com o método de aplicação: a frio ou a quente.

Segundo a NBR 9575/2003, a impermeabilização rígida é o sistema de impermeabilização aplicado em substratos que não estão sujeitos à fissuração e que possuem pouca deformação.

Segundo Pinto e Aguiar (2016) os impermeabilizantes rígidos não trabalham com a estrutura, o que torna o sistema não recomendável às áreas sujeitas à grandes variações térmicas.

Righi (2009) exemplifica alguns tipos de materiais que podem ser utilizados na impermeabilização rígida, sendo eles a argamassa impermeável com aditivo hidrófugo, a argamassa polimérica, a argamassa com aditivo cristalizante e o cimento impermeabilizante de pega ultrarrápida.

No caso da Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo, o aditivo hidrófugo reage com o cimento no processo de hidratação e é composto por sais metálicos e silicatos. Este aditivo proporciona a redução da permeabilidade e da absorção por capilaridade através do preenchimento dos vazios da pasta de cimento. É aplicado em argamassas de revestimento em elementos não sujeitos à movimentação estrutural. Este sistema não é indicado para locais com exposição ao sol, sujeitos à dilatação. Para a utilização do aditivo, pode-se dissolvê-lo na água de amassamento da argamassa, e aplicando-o em camadas de aproximadamente 1 cm de espessura, com a última camada desempenada (OLIVEIRA, 2016).

A argamassa polimérica é composta por cimento especial e látex de polímero, aplicados como uma pintura no substrato ou como revestimento final desempenado, formando uma película impermeável, com boa aderência e garante a impermeabilização para pressões negativas e positivas. O produto pode acompanhar pequenas movimentações estruturais. A argamassa polimérica não altera a potabilidade da água, é de fácil aplicação, barra sulfatos e cloretos e uniformiza e sela o substrato (LIMA, 2012).

A argamassa com cristalizante trata-se de um produto de cimento especial e aditivo mineral, que forma um gel que se cristaliza e incorporando compostos de cálcio estáveis e insolúveis ao concreto. Possui dois tipos. O primeiro, pode ser aplicado direto no substrato como uma “pintura”, ou sobre o revestimento de argamassa. O segundo, pode ser injetado na alvenaria (RIGHI, 2009).

O cimento impermeabilizante de pega ultrarrápida, é um produto a base de

silicatos, que quando misturado à água e ao cimento transforma-se em um hidrossilicato, um cristal insolúvel em água. É utilizado como aditivo de pega ultrarrápida em cimento, fazendo com que a pega na pasta se inicie entre 10 a 15 segundos e termine entre 20 e 30 segundos. Possui alta aderência e grande capacidade de tamponamento. É recomendado para tamponamento de jorros de água sob pressão em subsolos, poços de elevadores, galerias e demais estruturas sujeitas as infiltrações advindas dos lençóis freáticos. É uma solução temporária (OLIVEIRA, 2016).

Dentre os tipos de impermeabilização rígida, encontra-se a utilização de cimento com aditivo cristalizante. O aditivo cristalizante pode ser tipo 1 ou tipo 2, segundo Sena e Corado (2016). Cristalizantes do tipo 1 são para proteção, impermeabilização e melhoria do concreto e é comercializado na forma de pó.

Este aditivo dá ao concreto melhoria de características como resistência à pressões hidrostáticas negativas e positivas, auxilia no selamento de microfissuras ativas, possui alta resistência à agentes agressivos, entre outros. O cristalizante do tipo 2 é um aditivo de cristalização integral, adicionado ao concreto no momento do traço (SENA e CORADO, 2016).

Segundo a NBR 11768 – Aditivos Químicos para Concretos de Cimento Portland – Requisitos – os aditivos são definidos como “produtos que adicionados em pequena quantidade a concretos de cimento Portland modificam algumas de suas propriedades, no sentido de melhor adequá-las a determinadas condições”. Esta norma classifica os aditivos em plastificantes, retardadores, aceleradores, plastificantes retardadores, plastificantes aceleradores, superplastificantes, incorporadores de ar e superplastificantes aceleradores ou retardadores.

A NBR 9575/2003 define a cristalização como um sistema que dá estanqueidade à estrutura por meio de reação química entre os produtos utilizados e o substrato.

Segundo Oliveira (2014) os aditivos cristalizantes são compostos por cimentos, aditivos minerais e emulsão de polímeros.

O princípio dos aditivos cristalizantes segundo Melo e Martins (2016) e Oliveira (2014) é a impermeabilização da superfície de concreto ou com argamassa através da cristalização integral, ou seja, quando os compostos do aditivo reagem com a água de hidratação presente na pasta de cimento, formam-se cristais insolúveis em água no interior dos poros e capilares do concreto.

O IBI (1995) classifica os cristalizantes em três tipos, Cimentos impermeabilizantes e polímeros, cimentos impermeabilizadores e líquidos seladores e bloqueadores hidráulicos.

Os Cimentos impermeabilizantes e polímeros são compostos de cimentos especiais e aditivos minerais com emulsão de polímero sintético acrílico. Utilizados em locais com pressões de água negativas e positivas, umidade de solo e percolação (IBI, 1995).

Os Cimentos impermeabilizadores e líquidos seladores, são formados por cimentos especiais com aditivos, com pega acelerada, que age em conjunto com o líquido selador. Juntos, reagem com a água de saturação e suportam a altas pressões hidrostáticas negativas (IBI, 1995).

E os Bloqueadores Hidráulicos, são líquidos de base mineral, injetados na estrutura de concreto ou alvenaria que penetram nos poros e capilares, selando o local. Em contato com a água forma um gel e cristaliza-se, barrando a umidade

ascendente causada por falhas de impermeabilização do baldrame (IBI, 1995).

Sena e Corado (2016) dividem os cristalizantes em dois tipos, o cristalizante tipo 1, que é apresentado na forma de pó e composto por cimento Portland, sílica e substâncias químicas ativas. É adicionado ao concreto no momento da dosagem. E o Cristalizante tipo 2, que é composto por cimento Portland, areia sílica fina tratada e compostos químicos ativos. É adicionado ao concreto no momento da produção do mesmo.

Segundo Oliveira (2014) muitos fabricantes recomendam que a dosagem ideal para aproveitamento do aditivo cristalizante seja de 3% a 4% do peso total de cimento utilizado. A autora cita também que a água é elemento fundamental para que ocorra a reação dos elementos e o crescimento dos cristais no concreto.

As principais propriedades, segundo Oliveira (2014), dos aditivos cristalizantes são os não tóxicos, que não comprometem a potabilidade da água (OLIVEIRA, 2014; STAHLBERG, 2010). Os que resistem à pressões hidrostáticas negativas e positivas (SENA E CORADO, 2016; OLIVEIRA, 2014). Os que contribuem no selamento de fissuras estáticas de até 0,4 mm, que aumenta a resistência à compressão do concreto, devido ao preenchimento dos vazios, aumenta a durabilidade do concreto, resiste à ataques de substâncias agressivas, possui melhores custos de aplicação em relação a outros métodos e não está sujeito à condições climáticas (SENA; CORADO, 2016, MELO; MARTINS, 2016).

Segundo o estudo de caso realizado por Oliveira (2014), pode-se notar que o aditivo cristalizante promove o aumento da consistência do concreto, aumenta o tempo do início de pega, aumenta a resistência à tração e compressão, reduz a porosidade e reduz a absorção de água.

Oliveira (2014) constata que a melhor reação cimento – aditivo ocorre quando se utiliza o cimento CP III, que se trata do cimento Portland com maior impermeabilidade e durabilidade, possui baixo calor de hidratação e resistência à expansão. O único parâmetro afetado negativamente pela adição do cristalizante no concreto com CP III foi o aumento da consistência, que pode prejudicar o lançamento e adensamento do concreto.

O objetivo geral da adição de aditivo cristalizante ao concreto trata-se da impermeabilização e do auxílio ao fechamento de pequenas fissuras, porém, este procedimento pode trazer mais benefícios além do cumprimento de seu objetivo (OLIVEIRA, 2014).

Melo e Martins (2016) citam que alguns fabricantes recomendam manter uma lâmina d'água durante 28 dias para o tratamento de fissuras em lajes, com o objetivo do cristalizante reagir, porém, este pode ser um procedimento um pouco complicado de ser realizado em obra.

Stahlberg (2010) e Pinto e Aguiar (2016) citam os principais sistemas de impermeabilização flexível, que é aplicada em locais sujeitos à fissuração, juntamente com suas principais características, sendo eles a impermeabilização com membrana asfáltica a frio, a impermeabilização com membrana asfáltica a quente, a impermeabilização com manta asfáltica, a impermeabilização com membranas e a impermeabilização com manta de PVC.

A impermeabilização com membrana asfáltica a frio, é uma membrana asfáltica utiliza derivados do cimento asfáltico de petróleo (CAP) (PINTO E AGUIAR, 2016). Segundo Pinto e Aguiar (2016) o sistema é composto por várias camadas de emulsão asfáltica aplicada a frio sobre o substrato, com tela de poliéster. É

recomendado para locais onde há risco de incêndio ou locais fechados, pois não gera fumaça. A aplicação é feita como se fosse uma pintura, no substrato seco (PINTO E AGUIAR, 2016).

A impermeabilização com membrana asfáltica a quente, é feita com membrana asfáltica a quente requer mão de obra especializada, pois envolve o uso de caldeira. O sistema se difere da aplicação da membrana a frio somente pela temperatura da solução asfáltica, que neste caso, é aplicada a quente. Este sistema é recomendado para uso em superfícies com formatos irregulares que dificultam a utilização de materiais pré-fabricados. É um sistema que está em desuso (PINTO E AGUIAR, 2016).

A impermeabilização com manta asfáltica, que segundo Oliveira (2016) a manta asfáltica é composta por uma mistura de asfalto modificado com polímero e estruturante. Há vários tipos de mantas, classificadas de acordo com a composição, o estruturante, o acabamento externo e a espessura. Podem ser classificadas em: elastoméricas, plastoméricas, oxidado. A classificação de acordo com o estruturante pode ser: filme de polietileno, véu de fibra de vidro, não tecido de poliéster ou tela de poliéster. A espessura das mantas varia de 3 mm a 5 mm, com acabamento granular, metálico ou antiaderente. A aplicação é recomendada em grandes áreas, pois possui boa produtividade de execução (OLIVEIRA, 2016).

A impermeabilização com membranas, que é um sistema com utilização de membranas não asfálticas, podendo ser a membrana acrílica. Esta membrana é composta por resinas acrílicas dispersas (GONÇALVES et al, 2005). Gonçalves et al (2005) cita que as membranas podem ser compostas também por poliuretano, SBR ou EPDM. Todas as membranas citadas são compostas por polímeros, que possuem cura realizada pelo ar. O sistema não necessita de camada de proteção mecânica e sua aplicação é recomendada em grandes áreas, pois possui alto rendimento de produção (GONÇALVES et al, 2005).

E a impermeabilização com manta de PVC, onde as mantas são compostas por duas lâminas de PVC, com espessura entre 1,2 mm e 1,5 mm. Geralmente é utilizada em piscinas, reservatórios, cisternas ou caixas d'água, podendo também ser utilizada em coberturas. As emendas entre as mantas são realizadas por meio de soldas com equipamento especializado e a fixação é feita com parafusos e arruelas especiais. Em estruturas enterradas, a manta é aplicada sobre outra manta geotêxtil de 3,5 mm de espessura, com fixação por perfis metálicos. Sua aplicação é recomendada para obras enterradas e de cobertura (GONÇALVES et al, 2005).

Nenhum sistema de impermeabilização é completamente mais vantajoso ou menos vantajoso que outro. Cada um se adequa às necessidades construtivas de cada local.

A impermeabilização por meio de argamassa com aditivo cristalizante é o foco do presente trabalho, portanto, serão mais consideradas as suas vantagens e desvantagens e também seu desempenho e influências. Levando isso em consideração, pode-se dizer que este sistema possui vantagens como a execução facilitada e pequena espessura não necessitam de mão de obra especializada e pode ser utilizado em diversos locais, sendo mais recomendável o uso em elementos enterrados, como fundações e piscinas e ambientes internos. Outra vantagem do sistema é que ele não necessita a proteção mecânica, pois não corre o risco de sofrer perfurações e o revestimento pode ser aplicado diretamente sobre a impermeabilização (TAKAGI, LIMA E HELENE, 2014).

As desvantagens da impermeabilização com cristalizante podem ser: a sua rigidez, que não acompanha deformações do substrato, podendo ser prejudicada caso haja movimentos, necessita de mais de uma camada e as aplicações das demãos devem respeitar o tempo de cura, limitando a produção, e o sistema não é completamente confiável, devido à falta de avaliações quando à estanqueidade e desempenho ao longo do tempo (TAKAGI, LIMA E HELENE, 2014).

3 CONCLUSÃO

Analisando a revisão bibliográfica realizada, considera-se que o trabalho apresentado atingiu seus objetivos. Através dos conceitos de impermeabilização e dos tipos de impermeabilização apresentados, foi possível concluir que não há razões para se alegar que a impermeabilização de determinada edificação é impossível ou inviável. Há diversos tipos de impermeabilização, para os mais variados tipos de estrutura e para diversos níveis de exposição ao ambiente.

Pôde-se compreender que o projeto de impermeabilização é essencial para que haja mais economia total na obra e para que se evite custos futuros com manutenção, que podem tornar-se muito mais caros.

A importância da impermeabilização somente é notada quando há falhas na execução da mesma, gerando patologias que causam desconfortos estéticos, ambientais e podem acarretar problemas de saúde aos usuários.

O aditivo cristalizante é uma alternativa boa e viável para aplicações em diversos tipos de empreendimentos. O aditivo cristalizante é apresentado na forma de pó ou líquido, com as mais diversas propriedades combinadas.

Há a necessidade da realização de acompanhamentos mais frequentes e de pesquisas mais aprofundadas sobre este sistema, já que a sua confiabilidade ainda é duvidosa, devido à falta de material e análises do método.

Em relação à custos, o aditivo é relativamente baixo em relação ao custo total da obra, já que sua utilização recomendada é da ordem de 3% a 4% do peso total de cimento utilizado. Com este fato em mente, pode-se considerar a utilização de aditivo cristalizante em larga escala, possibilitando melhoras na impermeabilização e aproveitando-se dos efeitos positivos adicionais que o aditivo promove ao concreto.

Por fim, conclui-se que os objetivos deste estudo foram atingidos, porém, observando a importância do tema, sugere-se que novas pesquisas sejam elaboradas, onde o pesquisador poderá visitar uma obra que tenha problemas de impermeabilização e avaliar as causas e técnicas para resolver o problema levantado.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9575 - Impermeabilização** : Seleção e Projeto. 2ª. ed. Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de NormasTécnicas, 2003. 12 p.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 11768** : Aditivos Químicos para Concreto de Cimento Portland. 2ª. ed. Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de NormasTécnicas, 2011. 19 p.

AEI, Associação das Empresas de Impermeabilização. **História da Impermeabilização** .

ANTONELLI, G.R.; CARASEK, H.; CASCUDO O. Levantamento das manifestações patológicas de lajes impermeabilizadas em edifícios habitados de Goiânia-GO. IX Encontro Nacional do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu. 2002.

ANTONELLI, Glydson R.; CARASEK, Helena ; CASCUDO, Oswaldo . Levantamento Das Manifestações Patológicas De Lajes Impermeabilizadas Em Edifícios Habitados De Goiânia-GO . In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, IX., 2002, Foz do Iguaçu. **Avanços no Desempenho das Construções: Pesquisa, Inovação e Capacitação Profissional** ... Foz do Iguaçu: 2002. p. 1415-1424.

APOLINÁRIO, Morgana Savi . Danos causados por falhas na impermeabilização da infraestrutura de edificações térreas residenciais privativas unifamiliares com área até oitenta metros quadrados. **Especialize - Revista IPOG** , p. 1-14, jan. 2013.

ARANTES, Yara de Kássia ; FIGUEIREDO, Dalmo Lúcio M. . **Uma visão geral sobre impermeabilização na construção civil** . 2007. 67 p. Monografia (Especialização em Avaliações e Perícias)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

BEIRÃO, Carla Castelo Branco et al. **Impermeabilizações** . 2002. 35 p. TCC (Bacharel em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

DA SILVA, Celiane Mendes et al. Sistemas De Impermeabilização Na Construção Civil: Caracterização, Importância E Métodos De Execução. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS**, v. 5, n. 2, p. 315-315, 2019.

FRANÇA, A. A. V. et al. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. **Téchne**, São Paulo, v. 19, n. 174, p. 72-77, 2011.

FREIRE, Mônica Athayde . **Métodos executivos de impermeabilização de um empreendimento comercial de grande porte** . 2007. 72 p. TCC (Bacharel em Engenharia Civil)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

GONÇALVES, Manuela et al. **Características das membranas de impermeabilização de coberturas em terraço** . Lisboa: 2014. 13 p.

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

IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização. (a) Preparação das superfícies para impermeabilização. In: **Diretrizes básicas de aplicação de sistemas de impermeabilização**. São Paulo, 1995.

LERSCH, I. M. **Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultura de Porto Alegre**. 2003. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

MACEDO, José Vitor et al. **Manifestações patológicas causadas pela umidade devido à falha ou ausência de impermeabilização: estudo de caso**. In: Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas, 2017, Pernambuco. **CONPAR 2017** ... Pernambuco: [s.n.], 2017. p. 1-11.

MELO, Chuchana Santos de Souza; MARTINS, Josemar Machado. **Avaliação da adição de cristalizante ao concreto - um estudo de caso** . 2016. 22 p. TCC (Bacharel em Engenharia Civil)- Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2016.

OLIVEIRA , Ana Luiza Alves de . **A influência do aditivo cristalizante nas propriedades do concreto fresco e endurecido** . 2014. 74 p. TCC (Bacharel em Engenharia Civil)- Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2014.

OLIVEIRA, Michel Vinicius Takahashi. **Avaliação Das Causas E Consequências Das Patologias Dos Sistemas Impermeabilizantes ? Um Estudo De Caso** . 2016. 80 p. TCC (Bacharel em Engenharia Civil)- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" , Guaratinguetá, 2016.

PINTO, Juliana Belchior ; AGUIAR, Luiz Eduardo Amâncio. Sistema De Impermeabilização Com Manta Asfáltica E Manta Líquida Em Lajes De Coberturas. **PROJECTUS** , Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p. 141-151, jul. 2016.

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

RIGHI, Geovane Venturini. **Estudos dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções - Análise de casos** . 2009. 95 p. Tese (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SENA, Pedro Paulo Silva; CORADO, Rodrigo Gomes . **Análise de concreto com adição de cristalizante, sílica ativa e superplastificante** . 2016. 28 p. TCC (Bacharel em Engenharia Civil)- Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2016.

SOARES, Felipe Flores . **A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil** . 2014. 127 p. TCC (Bacharel em Engenharia Civil)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) –

Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

STAHLBERG, Felipe Leite de Barros . **Fluxograma para seleção de sistemas de impermeabilização para edifícios de múltiplos pavimentos** . 2010. 84 p. TCC (Bacharel em Engenharia Civil)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

TAKAGI, Emilio M.; LIMA, Maryangela ; HELENE, Paulo . Concretos autocicatrizantes com cimentos brasileiros de escória de alto forno ativados por catalisador cristalino. **CONCRETO**, v. 73, n. XLI, p. 75-79, jan. 2014.