

RESUMO

A utilização de sistemas de impermeabilização é cada vez mais usual em obras civis, por diversos motivos, entre eles: aumento da durabilidade dos materiais, redução do risco de manifestações patológicas causados pela água em concretos, armaduras e revestimentos e assim por diante. No entanto, de acordo com dados do IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização) em artigos apresentados em simpósios de 2013 a 2020 e de estudos realizados pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) entre 1983 a 2017, estima-se que aproximadamente 60% das manifestações patológicas nas edificações são causadas por infiltrações de água. A identificação de pontos de infiltração pode ser um desafio elevado para os profissionais que atuam com engenharia diagnóstica, já que a água, devido a suas características físicas pode infiltrar de diversas maneiras. O presente trabalho apresenta alguns recursos referentes a utilização de ensaios não destrutivos que contribuam para o esclarecimento técnico quanto a identificação e origens das infiltrações de água em obras civis e que podem ser utilizados para trabalhos de inspeção ou perícias.

Recomenda-se o Resumo conter de 100 a 250 palavras.

Palavras-chave: infiltração, inspeção, ensaios

ABSTRACT

The use of waterproofing systems is increasingly common in buildings, for several reasons, including: increasing the durability of materials, reducing the risk of pathological manifestations caused by water in concrete, reinforcement and coatings, and so on. However, according to data from IBI (Brazilian Institute of Waterproofing) in articles presented at symposiums from 2013 to 2020 and studies carried out by IPT (Institute of Technological Research) between 1983 to 2017, it is estimated that approximately 60% of manifestations Pathologies in buildings are caused by water infiltration. The identification of infiltration points can be a high challenge for professionals working with diagnostic engineering, since water, due to its physical characteristics, can infiltrate in different ways. This work presents some resources related to the use of non-destructive tests that contribute to the technical clarification regarding the identification and origins of water infiltration in civil works and that can be used for inspection work or expertise

Keywords: infiltration, inspection, non destructive testing

1. INTRODUÇÃO

A infiltração de água, quando ocorrem, poderão promover prejuízos as edificações. A água poderá infiltrar nos materiais e sistemas construtivos, basicamente, de quatro maneiras: pelos poros dos materiais, por fissuras ou trincas, por aberturas (junções) entre diferentes materiais e pelo efeito de ascensão capilar.

A água é um solvente universal, ou seja, quando em contato com os materiais há uma tentativa de diluição desses elementos. A resistência de cada elemento está correlacionada com sua composição (física e química) e sendo extremo na comparação, basta molhar uma folha de papel e comparar com a molhagem de uma pedra para compreender esse efeito. O efeito solvente explica, por exemplo, porque há a precipitação de cálcio nas superfícies de concreto, esses muitas vezes chamado de “estalactites”. Nesse caso, trata-se da retirada de componentes a base de cálcio, pela água, quando infiltrada e em circulação pelos poros do concreto.

Ainda, as infiltrações de água, contribuem para a degradação de materiais, corrosão de armaduras, formação de mofo e bolores, etc. Como consequência, há prejuízos estruturais, estéticos e até mesmo de saúde, aos usuários. De acordo com dados desse autor em seus trabalhos de inspeção e de acordo com autores como IBI (2023), Jordy (2013) e Santos (2018), aproximadamente 60% das manifestações patológicas são causados por infiltração de água.

Outro fator necessário a se considerar: estima-se que a infiltração de água gere, em termos financeiros, custos de reparos até 5 vezes superiores, quando comparados com a execução correta (com projeto, execução e materiais adequados para o serviço). (Isaia 2012 e IBI, 2023)

Identificar as origens e causas é um desafio. A água é um elemento com baixa densidade (1,01 Kg/L) e baixa viscosidade quando comparados com outros fluidos (1,00 mPa.s). Essas propriedades explicam o porquê a água infiltra com facilidade nos materiais e sistemas construtivos, pois possui peso para infiltrar e possui baixa “pegajosidade/aderência” quando comparados com outros fluidos. Com base nas premissas até aqui descritas, há um desafio em identificar as origens das infiltrações da água e esse documento se propõe a apresentar, algumas técnicas não destrutivas para essa atividade.

2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS POR INFILTRAÇÕES

Para o diagnóstico de infiltrações, torna-se necessários compreender como a água poderá acessar e infiltrar pelos materiais e sistemas construtivos nas edificações.

De acordo com a NBR 9575 (2010) a água poderá entrar em contato nas edificações por percolação, umidade do solo, pressão uni ou bilateral ou por

condensação. A infiltração poderá ocorrer pelos poros, fissuras/trincas, junções entre diferentes materiais em área com água ou por ascensão capilar.

2.1. Contato com a água nas edificações

De acordo com a NBR 9575/2010 o tipo adequado de impermeabilização a ser empregado na construção civil deve ser determinado segundo a solicitação imposta pelo fluido nas partes construtivas que requeiram estanqueidade. A solicitação pode ocorrer de quatro formas distintas, conforme a seguir:

a) Ascensão capilar

O mecanismo de umidade ascendente se dá pelo contato direto do material de construção com a água ou umidade. O material líquido penetra pelos poros dos materiais promovendo a saturação dos componentes e assim iniciando o processo de migração e diluição. A movimentação da água pelos canais capilares existentes no material de construção por meio da tensão superficial. Pode ser descrita como o volume de água que está livre da influência das forças de atração exercidas pela superfície sólida. Ex: Movimentação da água vinda do solo por ascensão, deslocando-se pelos vazios ou contorno de grão.

b) Percolação

Água que, obedecendo a lei da gravidade, escorre sobre as superfícies em direção determinada, não exercendo pressão hidrostática. Ex: Chuva e lavagem. A água trazida pela chuva penetra na edificação por pressão hidrostática e percolação.

c) Condensação

A umidade por condensação ocorre em superfícies expostas ao frio e ao calor, e em ambientes com pouca ventilação. Tem origem na condensação do vapor d'água presente no ambiente e se aloja na superfície de elementos construtivos. Isso acontece quando a temperatura superficial atinge o ponto de orvalho do ar.

d) Pressão positiva e negativa

Descrita sobre o efeito de osmose. A água confinada exerce pressão nas paredes de confinamento, tentando saturar a superfície e/ou se movimentar. Podem acontecer unilateralmente ou bilateralmente. A água de sob pressão pode ser confinada ou não, e exerce uma pressão superior a 1 kPa, podendo ser positiva ou negativa. A água sob pressão negativa aquela que atua de forma inversa a impermeabilização, enquanto a água sob pressão positiva atua de forma direta à impermeabilização.

3. FORMAS DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA.

A água quando em contato com os sistemas, poderá infiltrar pelos materiais ou pelos sistemas construtivos, basicamente, de quatro maneiras distintas, sendo elas (Menezes, 2023):

- a) Poros: São vazios no interior da estrutura, provocados pelo excesso de ar aprisionado e/ou pelo excesso de água em estruturas de concreto, ou vazios provocados durante a produção do material e/ou estrutura. Acontece em materiais cerâmicos (a base de cimento ou não). Ex: Tijolo ou bloco cerâmico molhado.
- b) Fissuras e trincas: Fissuras são aberturas contínuas que podem ou não atravessar a peça podendo ocorrer em qualquer direção. Segundo a NBR 9575/2003 – Projeto de Impermeabilização, fissuras possuem abertura inferior a 0,5 mm, sendo que superior a esse número, a abertura deverá ser considerada como trinca. Ex: Fissura atravessando uma laje devido a retração ou sobrecarga.
- c) Aberturas/junções entre diferentes materiais: Encontro de diferentes sistemas construtivos e/ou emenda entre sistemas construtivos, onde aberturas são formadas e que, se não protegidas e vedadas, permitirão a penetração de água e/ou agentes agressivos a estrutura. Ex: Encontro de parede com esquadria de janela.
- d) Efeito ascensão capilar (contorno de grão): Chama-se “Efeito contorno de grão” a capacidade de grãos arredondados ou com geometrias próximas, e com contatos entre si, de repassar após saturação, os fluidos absorvidos. Esse efeito poderá se manter por tempo indeterminado, dependendo do grau de absorção do material. Esse tipo de efeito é verificado normalmente em materiais cerâmicos (concreto, blocos cerâmicos, outros materiais a base de cimento, etc). Ex: Umidade em parede sobre vigas baldrames.

3.1. Alguns exemplos referentes a infiltração de água em edificações

A infiltração de água compromete o desempenho das edificações, seja promovendo o decréscimo dos materiais e sistemas, seja comprometendo a estética da construção (Picchi, 2008).

- a) Poros: A viga apresentada na Figura 1 refere-se a passagem de água pelos poros do concreto. É percebido, a presença de corrosão de armaduras, como consequência da infiltração.

Figura 1 – Infiltração por poros



Fonte: autor (2023).

- b) Fissuras e trincas: A laje apresentada na Figura 2 refere-se a passagem de água por uma fissura passante de uma laje superior exposta ao intemperismo. É percebido, a presença de lixiviação externa (precipitação de cálcio), como consequência da infiltração.

Figura 2 – Infiltração por fissura



Fonte: autor (2023).

- c) Abertura/junções entre materiais: A Figura 3 refere-se a passagem de água pela junção da viga e parede em uma estrutura pré-fabricada. É percebido, a presença de escoamento de água, como consequência da infiltração.

Figura 3 – Infiltração por junção



Fonte: autor (2023).

- d) Condensação: A Figura 4 apresenta o efeito da condensação na superfície de concreto abaixo de uma câmera frigorífica. A superfície encontra-se com temperatura resfriada e quando recebe o contato da umidade ambiente, há a formação de precipitação de água.

Figura 4 – Condensação



Fonte: autor (2023).

4. ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS PARA DIAGNOSTIGOS DE INFILTRAÇÕES

A utilização de ensaios não destrutivos para as investigações em estruturas, de maneira geral, consiste em uma alternativa mais moderna de avaliar as características das edificações, e que em muitas oportunidades não há a remoção de amostras. Como consequência há pouco ou nenhum dano causado a estrutura e por isso, a utilização dessas técnicas é um avanço para a inspeção de estruturas (Malhotra,2003).

Os ensaios não destrutivos (END's) são técnicas altamente valiosas, uma vez que permitem o controle das propriedades dos materiais, com economia de tempo e dinheiro, e permitem que o material testado volte intacto para o local de trabalho após a inspeção, ou seja, sem riscos de colapso. (Malhotra,2003).

As vantagens normalmente associadas aos ensaios não destrutivos são:

- Sem prejuízo estrutural.
- Podem ser realizados com a estrutura em uso.
- Rápida obtenção de dados ("in situ")
- Permite a identificação de problemas em estágio inicial da obra.

Há algumas recomendações quando a utilização de ensaios não destrutivos, sendo elas:

- Ser uma ferramenta para auxiliar no diagnostico referentes a manifestações patológicas.
- Não deve ser utilizado para decisão única em relação a intervenções (ou não) de estruturas.
- Deve ser planejado pela equipe de diagnostico e deve ser interpretado por profissionais experientes em cada assunto.
- Como todo serviço técnico, deverá ser realizado por profissional habilitado e treinado.

Em relação a diagnósticos referentes a infiltrações, há algumas técnicas para auxiliar na identificação de falhas em materiais e sistemas. No entanto, há a necessidade de se avaliar os resultados dos ensaios em conjunto com projetos de impermeabilização, procedimentos executivos e quaisquer documentos técnicos que auxiliem no esclarecimento da situação de investigação.

4.1. Ensaios não destrutivos para investigação de infiltração

Os ensaios não destrutivos para a investigação de infiltrações referem-se a levantamentos da presença de água não visível a olho nú ou realiza a investigação de possíveis pontos que apresentam falhas de vedação/estanqueidade.

As infiltrações podem ocorrer de forma generalizada nas edificações. No entanto, há pontos críticos em que sugere-se a investigação primária ou até mesmo mais detalhada, pois são pontos normalmente mais suscetíveis para as infiltrações nas estruturas. Esses pontos são:

- Ralos;
- Juntas de dilatação
- Soleiras;
- Rodapés;
- Platibandas;
- Tubulações elétricas, hidráulicas;
- Fixações de elementos em locais impermeabilizados.

Avaliar esses pontos pode ser fundamental para a investigação em sistemas de impermeabilização que apresentem falhas. Recomenda-se dedicar a execução de ensaios nesses pontos.

Em relação aos ensaios, esses podem ser divididos nas seguintes aplicações:

- Ensaios diretos nas estruturas
- Ensaios diretos na impermeabilização.

4.1.1. Ensaios diretos na estrutura

Trata-se da aplicação das técnicas de ensaios não destrutivos, diretamente na estrutura ou sistema de impermeabilização a ser avaliado ou que haja suspeita de falhas. Normalmente são aplicados diretamente sobre esses sistemas. São eles:

a) Teste de lâmina de água

A NBR 9575/2010 e NBR 15575/2013 já apresentam a sugestão para a utilização desse ensaio diretamente sobre os sistemas de impermeabilização. No entanto, o ensaio pode ser aplicado diretamente sobre os sistemas impermeabilizados que inclusive contenham o revestimento aplicado. Nesse caso há a necessidade de se deixar o ensaio com períodos superiores a 72 horas, diferentemente do teste que é feito diretamente no material impermeabilizante.

O ensaio consiste na aplicação de uma lâmina de água (aproximadamente 10 cm) sobre a área que se deseja avaliar a possível infiltração de água (Figura 5). É necessário avaliar a necessidade de se promover vedações de ralos, tubulações, juntas ou quaisquer aberturas que não sejam objeto do ensaio.

Também se faz necessário ter acesso ao lado oposto ao teste, para verificar se há o surgimento de infiltrações de água.

Figura 5 – Lâmina de água



Fonte: autor (2023).

Caso apareça água na superfície oposta ou caso se perceba a formação de bolhas sobre a superfície da água, considera-se que há falhas no sistema de impermeabilização, nesses pontos.

b) Traçador químico ou corante reflectivo

Usar corantes fluorescentes e tecnologia ultravioleta para detectar vazamentos é um procedimento simples e acessível. Além de encontrar vazamentos, corantes fluorescentes funcionam como uma manutenção preventiva para o seu sistema hidráulico porque pode revelar potenciais vazamentos futuros de água e esgoto.

Os corantes fluorescentes diferem dos corantes não fluorescentes porque absorvem luz a um determinado comprimento de onda e emitem luz, em vez de refletirem certos comprimentos de onda, como os corantes não fluorescentes.

A técnica consiste em diluir um corante que faz reflexão com a luz negra. Normalmente utilizam-se diluições entre 1:50 até 1:1000 (corante:água) e que depende do fornecedor da solução (Figura 6).

Figura 6 – Preparação do corante



Fonte: autor (2023).

É necessário avaliar a necessidade de se promover vedações de ralos, tubulações, juntas ou quaisquer aberturas que não sejam objeto do ensaio (Figura 7).

Figura 7 – Vedação de ralos



Fonte: autor (2023).

A solução é aplicada nos locais em que se deseja obter esclarecimentos de possíveis falhas, normalmente aberturas, áreas, etc. (Figura 8).

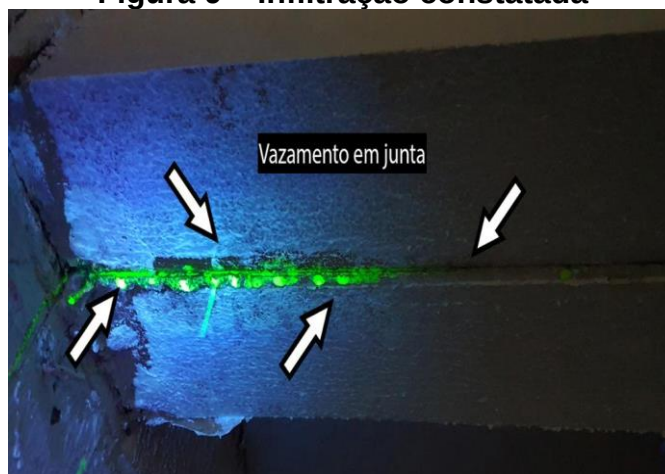
Figura 8 – Teste com o corante



Fonte: autor (2023).

Caso haja falhas com infiltrações, o corante é refletido no lado oposto com a aplicação de uma lanterna de luz negra (Figura 9).

Figura 9 – Infiltração constatada



Fonte: Robson Silva (2023).

c) Umidade

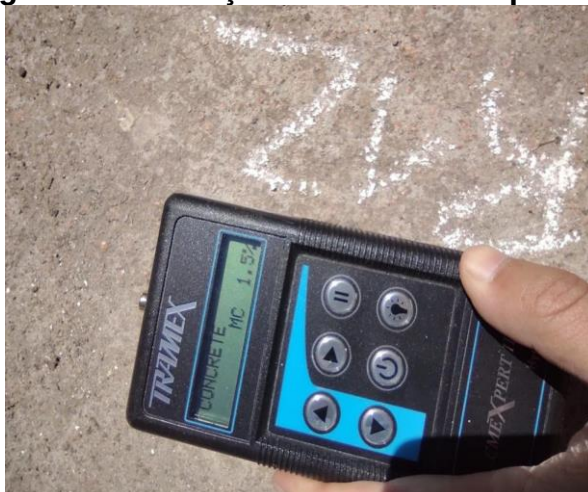
Há dois ensaios de umidade que podem ser realizados em ensaios de diagnostico. O primeiro deles é o ensaio superficial e o segundo o ensaio interno.

REALIZAÇÃO

O ensaio superficial é a aplicação de um sensor de umidade absoluta (Figura 10) que avalia a presença (em %) de água sobre superfície de concretos e argamassas. Esse ensaio serve para atestar se a quantidade de água na superfície pode afetar sistemas de impermeabilização ou tintas e revestimentos.

Geralmente as indústrias de tintas e revestimentos recomendam que a umidade superficial seja inferior a 4%.

Figura 10 – Medição da umidade superficial



Fonte: autor (2023).

O ensaio de umidade interno, faz a avaliação de umidade relativa, ou seja, aquela armazenada em poros, seja pela umidade natural do concreto, seja pela absorção. Normalmente é instalado sondas em uma profundidade de 40% da estrutura ensaiada e após isso (72 horas) se faz a medição da umidade relativa por sonda (Figura 11).

Figura 10 – Medição da umidade superficial



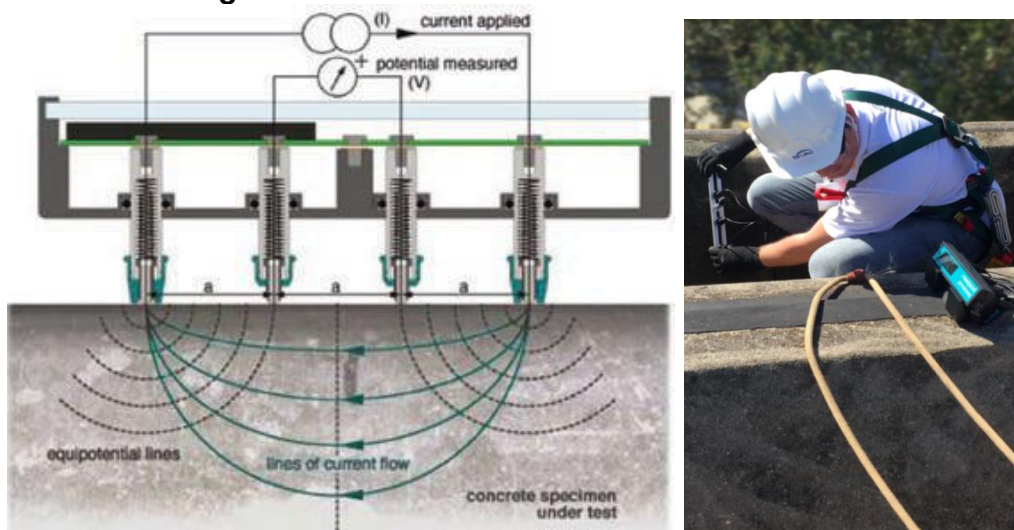
Fonte: autor (2023).

Não existe parâmetros de umidade relativa na norma brasileira. De acordo com a ASTM 1907 e BS 5325 recomenda-se que o teor de umidade relativa ao concreto seja inferior a 75% para evitar danos como bolhas, descolamentos e degradações de revestimentos aplicados sobre o concreto.

d) Resistividade elétrica

Esse ensaio é aplicado diretamente e exclusivamente em superfícies de concreto e tem como objetivo avaliar a probabilidade de corrosão da estrutura em função da atividade/quantidade de poros. O ensaio poderá atestar, por exemplo, a atividade de aditivos impermeabilizantes incorporados ao concreto, correlacionado a sua efetividade com a probabilidade (ou não) de corrosão da estrutura. A resistividade elétrica é definida como uma propriedade física do concreto que indica a sua resistência à passagem de corrente elétrica. Existem alguns métodos para a obtenção dos resultados, porém o mais utilizado é o de sonda Werner. Uma corrente elétrica é aplicada entre os dois eletrodos externos, sendo medida a diferença de potencial estabelecida entre os dois eletrodos internos. Com esses parâmetros, é determinada a resistência elétrica da porção do concreto contido dentro de uma semiesfera de raio igual ao espaçamento entre os eletrodos, centrada no ponto médio entre os dois eletrodos internos (Figura 11).

Figura 11 – Ensaio de resistividade elétrica



Fonte: autor (2023).

De acordo com a RILEMTC-154 a probabilidade de corrosão após ensaio é avaliada com os seguintes parâmetros:

- | | |
|---|----------------------------------|
| • Quando $> 100 \text{ K}\Omega\text{cm}$ | Risco de corrosão insignificante |
| • Quando $= 50 \text{ a } 100 \text{ K}\Omega\text{cm}$ | Risco de corrosão baixo |
| • Quando $= 10 \text{ a } 50 \text{ K}\Omega\text{cm}$ | Risco de corrosão moderado |
| • Quando $< 10 \text{ K}\Omega\text{cm}$ | Risco de corrosão elevado |

Para a avaliação dos sistemas de impermeabilização, recomenda-se que os resultados sejam baixo ou insignificante. Para ensaios de corrosão moderado, a probabilidade de haver infiltração pelos poros do concreto é provável e precisa ser mais bem avaliada. Para ensaios de corrosão elevado, a estrutura está absorvendo elevada quantidade de água, suficiente para promover corrosão de armaduras e danos ao concreto.

e) Escaneamento por radar – GPR

É um método geofísico que utiliza a propagação de ondas eletromagnéticas de alta frequência. Quando o espectro atinge a interface entre materiais com diferentes permissividades dielétricas, parte da onda é refletida em direção à superfície e o restante é refratada.

Essa tecnologia permite, com rapidez, realizar o mapeamento de estruturas de concreto ou alvenaria com profundidades de até 50 cm. Este ensaio é particularmente indicado para a inspeção de verificação de espessuras, cavidades e falhas como por exemplo, vazios abaixo do piso ou vazios atrás de paredes em contato com o solo.

A Figura 12 apresente o GPR utilizado para verificar vazios abaixo de pisos em concreto.

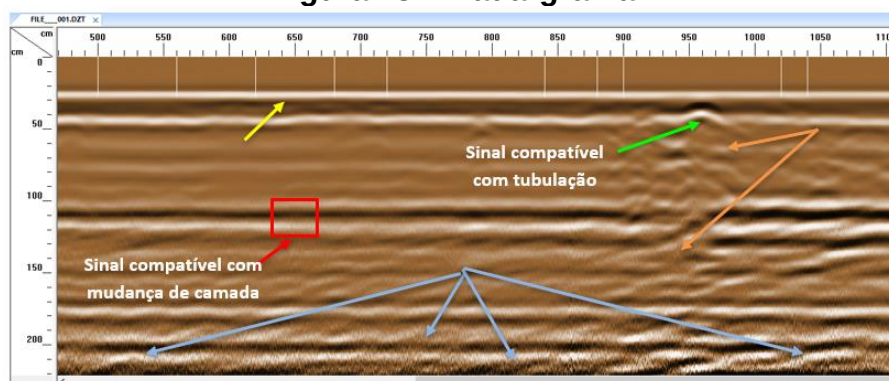
Figura 12 – Equipamento de GPR para piso



Fonte: autor (2023).

Os resultados podem indicar presença de vazios que armazenam água e que podem ser a origem ou causa das infiltrações. O resultado é apresentado em um radargrama (Figura 13).

Figura 13 – Radargrama



Fonte: autor (2023).

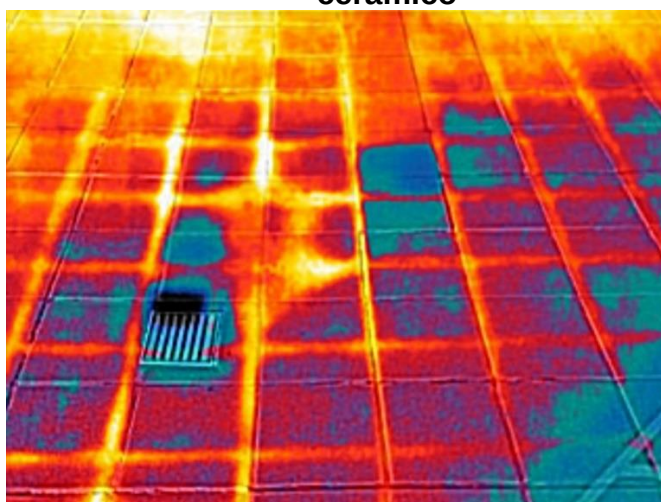
f) Termografia infravermelha

Constitui uma técnica não destrutiva de sensoriamento remoto que tem se mostrado como um método de ensaio eficiente, útil e econômico para avaliação do concreto. É a leitura das médias da temperatura em superfície através da faixa infravermelha.

É baseada no princípio fundamental de que anomalias abaixo da superfície dos materiais afetam o fluxo de calor através dos mesmos. A termografia é um ensaio que se baseia na perturbação do fluxo de calor, gerado interna ou externamente. Estas perturbações produzem desvios na distribuição da temperatura superficial do objeto que são captadas pelos equipamentos termográficos e geram uma imagem (Figura 14).

Como todo ensaio, depende de calibração. Há diferentes câmeras termográficas no mercado que variam em função da abertura de imagem e resolução.

Figura 14 – Termografia infravermelha identificando água abaixo do piso cerâmico



Fonte: autor (2023).

4.1.2. Ensaios diretos na impermeabilização

Trata-se da aplicação das técnicas de ensaios não destrutivos, diretamente na no material de impermeabilização a ser avaliado ou que haja suspeita de falhas. Normalmente são aplicados diretamente sobre esses sistemas. São eles:

a) Lâmina de água e corante fluorescente

Os ensaios referentes a lâmina de água e corante fluorescente seguem os mesmos princípios descritos no item 4.1.1. Nesse caso, o teste é realizado diretamente no material impermeabilizante.

b) Holiday detector

O Holiday Detector é uma técnica utilizada para localizar qualquer tipo de defeito ou falha em uma superfície que estiver pintada ou com qualquer tipo de revestimento, sendo possível detectar qualquer falha, trinca ou porosidade em protetores que sejam isolantes elétricos.

Entre as vantagens apresentadas pela inspeção Holiday Detector, destaca-se a localização de todo e qualquer defeito em revestimentos não condutivos, feitos em estruturas. Outra vantagem apresentada por essa inspeção Holiday Detector é a possibilidade de ser realizada em revestimentos anticorrosivos, ou seja, em materiais como plásticos, epóxi, borrachas, mantas e pinturas.

Basicamente o equipamento emite faísca, desde que calibrado. Quando aplicado sobre o material impermeabilizante, não há a constatação da faísca devido a característica de isolamento elétrico (Figura 15). Registra-se que a aplicação da técnica é feita somente em produtos a base de asfalto ou membranas sem adições de cimento.

Figura 15 – Holiday detector aplicado sobre material impermeabilizante



Fonte: autor (2023).

Quanto a faísca entra em contato com a base em cimento (argamassa ou concreto), é percebido visualmente a detecção da falha (Figura 15).

Figura 16 – Holiday detector identificando falha em manta de PEAD



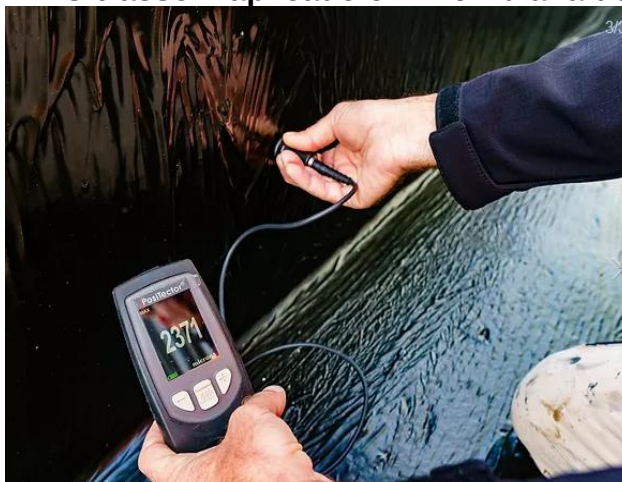
Fonte: autor (2023).

c) Ultrassom

O teste de espessura ultrassônico é um método de teste não destrutivo realizado usando um medidor de espessura ultrassônico para identificar a espessura total de uma membrana de impermeabilização instalada.

As leituras de espessura são obtidas medindo-se o tempo necessário para que o sinal ultrassônico se propague da sonda para a interface revestimento/substrato e vice-versa. Este teste fornece os dados necessários para verificar se um sistema de impermeabilização é aplicado para atingir o especificado (Figura 17).

Figura 17 – Ultrassom aplicado em membrana de asfalto



Fonte: Positector (2023).

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou conceitos referentes ao acesso da água nas edificações e sugestões de alguns ensaios não destrutivos para a investigação das estruturas em caso de inspeções de infiltração.

A umidade quando em contato com os materiais e sistemas de uma edificação poderá acelerar o processo de degradação e promover a redução da vida útil da construção, gerando transtornos e até mesmo riscos aos usuários. Primeiramente, todo projeto deve evitar que haja umidade nas construções. No entanto, caso haja suspeita da presença dessa manifestação patológica, recomenda-se a sua identificação e intervenção para reduzir os danos provocados a edificação.

Foram apresentadas sugestões de ensaios para investigação de possíveis causas de infiltração e esses podem ser aplicados diretamente sobre o sistema construtivo ou diretamente no material impermeabilizante. Entende-se que o sucesso dos resultados está diretamente correlacionado com bons equipamentos/materiais de ensaio, calibrações em atendimento aos padrões normativos, mão de obra (técnica) treinada e preparada para a execução e interpretação dos resultados.

A utilização de ensaios não destrutivos ou não invasivos auxiliam no diagnóstico de estruturas com suspeitas de infiltração. Essas técnicas quando bem utilizadas em inspeções, podem contribuir com informações mais rápidas, precisas e orientativas, auxiliando na produção de diagnósticos muitas vezes mais rápidos e assertivos. No entanto, é necessário a compreensão que os ensaios não substituem a avaliação técnica do profissional e não sugere-se que os resultados obtidos sejam utilizados exclusivamente para decisões sobre as intervenções nas estruturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 15575/2010 – Desempenho das edificações, São Paulo, 2013.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 9574/2008 – Execução de impermeabilização, São Paulo, 2008.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 9575/2010 – Projeto de impermeabilização, São Paulo, 2003.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO - IBI. “Patologias decorrentes da falta de impermeabilização. Disponível em: <<http://www.ibibrasil.org.br/images/publicacoes/Informe%20-%20Patologias%20pela%20falta%20de%20impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o.pdf>> Acesso em: 23 de maio de 2023.
- Isaia, Geraldo. Materiais de Construção e Principio de engenharia e Ciência dos Materiais. Editora: Ibracon, volume 1, 2ª edição São Paulo, 2012.
- Jordy, J. C. Perícias em engenharia de impermeabilização. In: 13º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 2013.
- Malhotra, V.M. e Carino, Nicholas J. Handbook on Nondestructive Testing of Concrete, 2nd Edition, 2003.
- Menezes, Maressa. Notas de aula – Sistemas de impermeabilização, Pós Graduação em Gerenciamento de Obras – Instituto IDD, Curitiba, 2023.
- Picchi, Flávio Augusto. Impermeabilização de Estruturas. Editora Pini, São Paulo, 2008.
- Santos, Julie Anne Braun. Manifestações Patológicas Nas Edificações: análise de suas ocorrências em relação ao projeto de impermeabilização. In: 15º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 2018.