



UNIARA

Universidade de Araraquara

IMPERMEABILIZAÇÃO DE RESERVATÓRIOS DE ÁGUA POTÁVEL COM POLIURETANO

WATERPROOFING OF DRINKING WATER RESERVOIRS WITH POLYURETHANE

IMPERMEABILIZACIÓN DE DEPÓSITOS DE ÁGUA POTABLE CON POLIURETANO

Robson Gaion Faustino dos Santos¹, Gerson de Marco², Fabiana Florian³

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i12.2379>

PUBLICADO: 12/2022

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de realizar um estudo sobre a importância da impermeabilização de reservatórios de água potável para o consumo humano, contendo informações sobre as normas da ABNT 12.170 e das diretrizes da portaria do ministério da saúde nº 2914/2011, quais as características de materiais utilizados para a correta impermeabilidade como, a membrana de poliuretano, os parâmetros de resistências e a flexibilidade à baixa temperatura. Foi realizada a pesquisa bibliográfica nas bases Scielo e Google a fim de revisar estudos sobre as características dos materiais mais utilizados para tal finalidade. Esta pesquisa se justifica devido à relevância tanto para a sociedade como para os profissionais do setor da construção civil, a fim de informar e trazer conhecimentos de materiais, técnicas e processos para o desenvolvimento da aplicação de produtos específicos para a qualidade dos serviços executados e melhoraria na questão da água potável ofertada para a população, com a utilização deste sistema impermeabilizante em reservatórios de água potável, apresenta exemplos práticos e efetivos que obtiveram ótimos resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Água potável. Armazenamento. Impermeabilização. Poliuretano. Reservatórios.

ABSTRACT

Google databases in order to review studies on the characteristics of the most used materials for this purpose. This research is justified due to the relevance both for society and for professionals in the civil construction sector, in order to inform and bring knowledge of materials, techniques and processes for the development of the application of specific products for the quality of the services performed and would This work aims to carry out a study on the importance of waterproofing drinking water reservoirs for human consumption, containing information on the ABNT 12.170 norms and the guidelines of the Ministry of Health Ordinance nº 2914/2011, which are the characteristics of materials used for correct waterproofing such as polyurethane membrane, resistance parameters and low temperature flexibility. A bibliographic research was carried out in the Scielo and improve the issue of drinking water offered to the population, with the use of this waterproofing system in drinking water reservoirs, presents practical and effective examples that have obtained excellent results.

KEYWORDS: Potable water. Storage. Waterproofing. Polyurethane. Reservoirs.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo llevar a cabo un estudio sobre la importancia de la impermeabilización de los depósitos de agua potable para el consumo humano, que contiene información sobre las normas de ABNT 12,170 y las directrices de la ordenanza del Ministerio de Salud No. 2914/2011, qué características de los materiales utilizados para la correcta impermeabilidad como la membrana de poliuretano, Parámetros de resistencia y flexibilidad a baja temperatura. La investigación bibliográfica se llevó a cabo en las bases de datos Scielo y Google con el fin de revisar estudios sobre las características de los materiales más utilizados para este fin. Esta investigación se justifica debido a la relevancia tanto de la sociedad como de los profesionales del sector de la construcción, con el fin de informar y aportar conocimiento de materiales, técnicas y procesos para el desarrollo de productos específicos para la calidad de los servicios prestados y mejorar el tema del agua potable ofrecida a la

¹ Graduando no Curso Bacharelado de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

² Orientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara - UNIARA. Araraquara-SP.

³ Coorientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara - UNIARA. Araraquara-SP.

población, Con el uso de este sistema de impermeabilización en depósitos de agua potable, presenta ejemplos prácticos y efectivos que han obtenido excelentes resultados.

PALABRAS CLAVE: *Agua potable. Almacenamiento. Impermeabilizante. Poliuretano. Embalses.*

1. INTRODUÇÃO

A impermeabilização de reservatórios em concreto para armazenamento de água potável consiste em uma atividade de engenharia complexa e de extrema importância para nossa sociedade. Sobretudo neste momento em que vivemos uma crise hídrica na região Sudeste, o armazenamento de água potável ganhou uma importância ainda maior. A Complexidade desta atividade é devida a fatores como elevadas dimensões dos reservatórios, trabalho em ambientes confinados e garantia de manutenção da potabilidade da água armazenada neste reservatório durante seu armazenamento. De modo que tal atividade requer um estudo prévio de diversos elementos para que seja obtido sucesso na execução da impermeabilização.

A moldagem *in loco* de membranas de poliuretano em reservatórios de água potável representa uma alternativa muito interessante para os projetistas e aplicadores de impermeabilizantes, pois dependendo da sua formulação podem ser isentas de solventes para uso em ambientes confinados e não contaminarem a água potável armazenada.

Objetivo deste trabalho é analisar a membrana de poliuretano em reservatórios e verificar se o sistema de impermeabilização adotado atende aos padrões de qualidade da água estabelecidos pela ABNT 12170 - ano de 1992.

Os reservatórios de água e de estações de tratamento de esgoto precisam de sistemas de impermeabilização adequados, que garantam a durabilidade das estruturas e a segurança das operações de saneamento. A agressão provocada pelo conteúdo dos reservatórios leva à degradação do concreto, manifestando-se na forma de trincas, vazamentos e na redução da vida útil da estrutura. Sem contar no desperdício e nos custos de manutenção, que são proporcionalmente mais elevados em estruturas mal impermeabilizadas (NAKAMURA, 2013).

A norma ABNT NBR 15487 – determina que membrana de poliuretano para impermeabilização tenha parâmetros de resistência à tração, alongamento na ruptura, deformação permanente a compressão, resistência ao rasgo, flexibilidade à baixa temperatura (- 5°C). Estes parâmetros são fundamentais para diferenciação dos produtos formulados em poliuretano que são adequados para a impermeabilização. Para uso em reservatórios de água potável o produto deve atender a norma ABNT NBR 12.170 e portaria do MS Nº 2914/2011.

Contudo, obtendo uma visão geral desse processo, nota-se que as patologias que surgem do excesso de umidade estão em grande número presentes nas construções, segundo Lonzetti (2010), tem sido recorrente a degradação do concreto e diminuindo a vida útil da estrutura, além de contribuir para o aparecimento de fungos e bactérias que se proliferam em ambientes úmidos, e podem ser prejudiciais à saúde de maneira que não atende os requisitos de potabilidade previsto pela ABNT NBR 12.170.

Tendo por base os vários fatores que influenciam diretamente essas patologias, esse trabalho traz pesquisas bibliográficas relacionadas aos produtos e processos de impermeabilização, e ainda estudos feitos em obra, que tratam sobre a origem, reconhecimento e solução desses problemas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A impermeabilização é um processo que aumentou com o decorrer do tempo, devido a sua importância na obra e também pelos problemas que são gerados na sua ausência. A técnica de impermeabilizar também evoluiu muito ao longo do tempo, com novas tecnologias sempre atendendo as necessidades de determinado local. A falta de impermeabilização gera retrabalho, além de trazer prejuízos e causar danos à saúde.

2.1 DEFINIÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Segundo a ABNT (2010, p. 5) na NBR 9575, impermeabilização é “o conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação de fluidos, de vapores e da umidade”.

2.2 PATOLOGIAS E CONCEITOS

Segundo Kageyami (2006 *apud* NEVEZ; VÁZQUEZ, 2020), são variados e distintos os motivos que desencadeiam os fenômenos patológicos, como envelhecimento natural, problemas econômicos, escolha indevida dos materiais a seres utilizados na obra, imprudência dos profissionais da obra, falta de manutenção correta da estrutura, dentre outros.

De acordo Silva (2011), a patologia é uma ciência que estuda e procura explicar os mecanismos de degradação, anomalias ou problemas, de uma construção. Estes mecanismos podem ser ocasionados na concepção do projeto (ausência de detalhes), durante a execução da obra (má execução, material inadequado, etc.) ou mesmo ao longo da sua vida útil (ausência de manutenções preventivas) sucintamente, a patologia é a causa/motivo de uma determinada ocorrência.

Segundo Queruz (2007), a água é um dos maiores causadores de patologias, de forma direta ou indireta, seja no estado de gelo, no líquido ou mesmo gasoso, também conhecido como um agente de degradação ou como meio para a instalação de outros agentes.

Devido a tantas patologias ocorridas nas construções como umidade, infiltrações e fissuras, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) desenvolveu a NBR 9574, que estabelece exigências na execução de impermeabilização.

A falta da impermeabilização na obra, pode ocasionar várias patologias que danificam as estruturas, como infiltrações, umidade, corrosão das armaduras além disso pode ser prejudicial à saúde do ser humano, desencadeando doenças respiratórias entre outras.

As patologias consequentes da falha ou ausência da impermeabilização são resultado do excesso de umidade no edifício, e essas, segundo Lersch (2003), podem ser:

- Umidade de infiltração: A umidade passa das áreas externas às internas por pequenas trincas, pela alta capacidade dos materiais absorverem a umidade do ar ou mesmo por falhas na interface entre elementos construtivos, como planos de parede e portas ou janelas. Em geral, é ocasionada pela água da chuva e, se combinada com o vento, pode agravar a infiltração com o aumento da pressão de infiltração.
- Umidade ascensional: Caracteriza-se pela presença de água originada do solo, tanto por fenômenos sazonais de aumento de umidade quanto por presença permanente de umidade de lençóis freáticos superficiais. A sua ocorrência é percebida principalmente em paredes e pisos, sendo que Verçozza (1991 *apud* SOUZA, 2008) comenta que não costumam ultrapassar de 0,8m de altura. Os vasos capilares pequenos permitem a água subir até o momento em que entra em equilíbrio com a força da gravidade. A altura que a água passa pelo vaso capilar depende principalmente do seu diâmetro: quanto menor, maior a altura (FEILDEN, 2003 *apud* QUERUZ, 2007).
- Umidade por condensação: Caracteriza-se pela presença de água originada do solo, tanto por fenômenos sazonais de aumento de umidade quanto por presença permanente de umidade de lençóis freáticos superficiais. A sua ocorrência é percebida principalmente em paredes e pisos.
- Umidade de obra: Queruz (2007) caracteriza como a umidade que ficou interna aos materiais por ocasião de sua execução e que acaba por se exteriorizar em decorrência do equilíbrio que se estabelece entre material e ambiente. Um exemplo desse tipo de situação é a umidade contida nas argamassas de reboco, que transferem o excesso de umidade para a parte interna das alvenarias, necessitando de um prazo maior do que o da cura do próprio reboco para entrar em equilíbrio com o ambiente interno.
- Umidade acidental: É a umidade causada por falhas nos sistemas de tubulações, como águas pluviais, esgoto e água potável, e que geram infiltrações. A existência de umidade com esse tipo de origem tem uma importância especial quando se trata de edificações que já possuem um longo tempo de existência, pois pode haver presença de materiais com tempo de vida já excedido, que não costumam ser contempladas em planos de manutenção predial.

2.3 PATOLOGIAS DE RESERVATÓRIOS DE ÁGUA POTÁVEL

O estado de conservação dos reservatórios de água potável apresenta uma elevada influência na qualidade da água lá armazenada e, por isso, é fundamental conhecer as patologias que frequentemente ocorrem nestas infraestruturas. As principais patologias que ocorrem no interior de reservatórios de água potável são:

- Problemas nas juntas de betonagem e dilatação: As juntas de betonagem são aquelas que, como o nome indica, resultam do processo de betonagem na fase de construção. Como exemplos existem as juntas verticais e horizontais ao longo das paredes, juntas de ligação entre as paredes e as lajes (pavimento e cobertura) e juntas horizontais no pavimento e na cobertura (figura 1). Neste tipo de juntas não é permitido o movimento da estrutura.

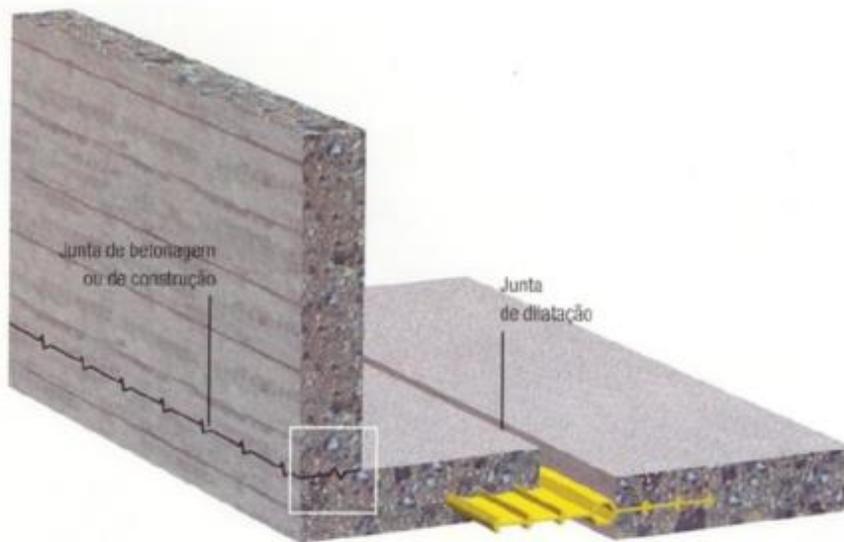


Figura 1 – Juntas de betonagem e dilatação
Fonte: (Pereira, 2010)

As juntas de dilatação podem definir-se como uma separação física provocada intencionalmente, em locais pré-estabelecidos, de modo a que as várias partes da estrutura se possam movimentar devido ao efeito da temperatura (dilatação). Juntas mal seladas são das principais causas de perdas de água dentro dos reservatórios, como demonstra a figura 2. A selagem correta é um fator muito importante e que deve ser executado antes da aplicação do revestimento impermeabilizante.

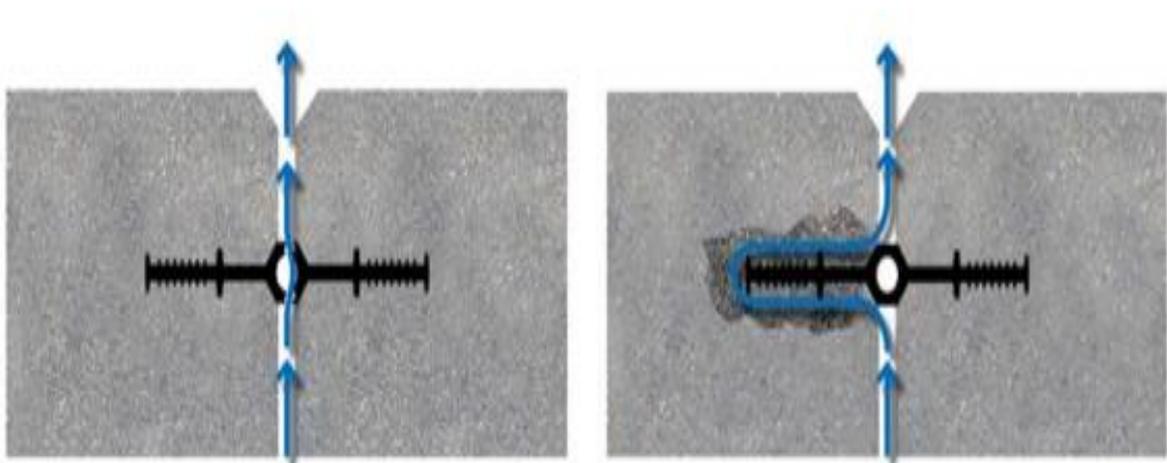


Figura 2 – Perda de água em juntas de dilatação
Fonte: Junta Waterstop (Sotecnisol, 2009)

- Dilatações nas superfícies do reservatório: As variações de pressão, devidas às diferentes quantidades de água que, ao longo do tempo, ficam armazenadas dentro do reservatório, e as variações de temperatura, que se verificam dentro do mesmo, ao longo do ano, originam dilatações na sua superfície provocando o aparecimento de fissuras.
- Degradação do revestimento interior: É necessária a utilização de materiais de revestimento e impermeabilização que protejam a superfície do reservatório e revelem um bom comportamento ao contato com a água. Contudo, os revestimentos têm uma duração limitada, o contato constante com a água e com o cloro nela dissolvido, conjugados com o seu movimento, provocam o desgaste natural do revestimento. Também as perturbações que se verificam na estrutura podem proporcionar o aparecimento de fissuras no revestimento, pondo em causa a sua função de impermeabilização.



Figura 3 - Reservatório de Ramalde, AdDP.

Fonte: Próprio autor

Por outro lado, as principais consequências são:

- Aparecimento de fissuras e delaminação do betão;
- Corrosão de armaduras;
- Degradação estrutural;
- Qualidade da água afetada;
- Perdas de água.

2.4 DEFINIÇÃO E CONCEITOS FUNDAMENTAIS DOS FLUIDOS

Segundo Fox (2006), define-se fluido como uma substância que se deforma continuamente sob a aplicação de uma tensão de cisalhamento (tangencial), não importa quão pequena ela seja. Antes de iniciar o estudo do sistema de impermeabilização é fundamental compreender os conceitos dos fluidos para entender o comportamento da água, que é o principal agente deste trabalho.

Teorema de Stevin:

Segundo Brunetti (2005) baseia-se na diferença de pressão entre dois pontos de um fluido em repouso que é igual ao produto do peso específico do fluido pela diferença de cotas dos dois pontos. A partir deste teorema, é possível obter a pressão exercida em um determinado ponto, que por sua vez é um dado fundamental para o dimensionamento dos sistemas de impermeabilização. Segue-se abaixo um exemplo do uso do Teorema de Stevin na construção civil:

A figura 4 representa um reservatório preenchido com água, sendo aplicada uma membrana líquida de poliuretano, conforme área hachurada, como impermeabilizante para selecionar o modelo adequado, necessita-se determinar a distribuição da pressão hidrostática nas laterais e no fundo do reservatório.

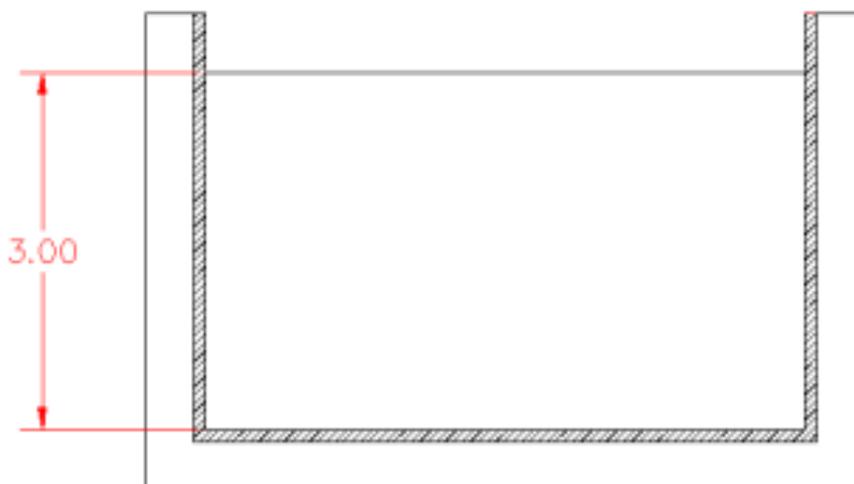


Figura 4 – Representação do reservatório (H= limite água= 3,0 m).
Fonte: Próprio autor.

Por meio das equações abaixo, determina-se a máxima pressão hidrostática aplicada nas laterais do reservatório. Variando a altura, pode-se encontrar a distribuição hidrostática representada na figura 5.

$$P_{\text{lateral}} = \gamma_{\text{água}} \times H_{\text{água}} = 10 \times 3,00 = 30 \text{ kN m}^2$$

Considerando L=reservatório em z = 1,0 m, assim $P_{\text{lateral}} = 30 \text{ kN m}$

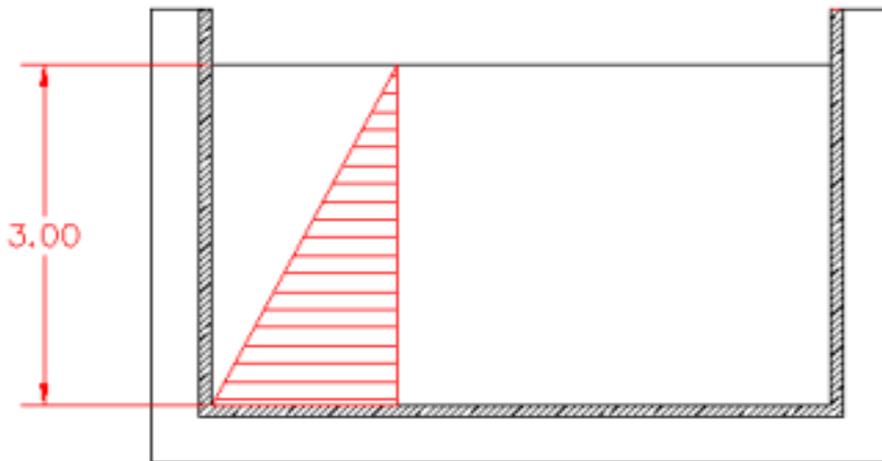


Figura 5 – Ação da pressão hidrostática na lateral do reservatório.
Fonte: Próprio autor.

Por meio das equações abaixo, determina-se a máxima pressão hidrostática aplicada no fundo do reservatório com a variação da altura, pode-se encontrar a distribuição hidrostática representada na figura 6.

$$P_{\text{fundo}} = \gamma_{\text{água}} \times H_{\text{água}} = 10 \times 3,00 = 30 \text{ kN /m}^2$$

Considerando L=reservatório em z = 1,0 m, assim $P_{\text{fundo}} = 30 \text{ kN /m}$

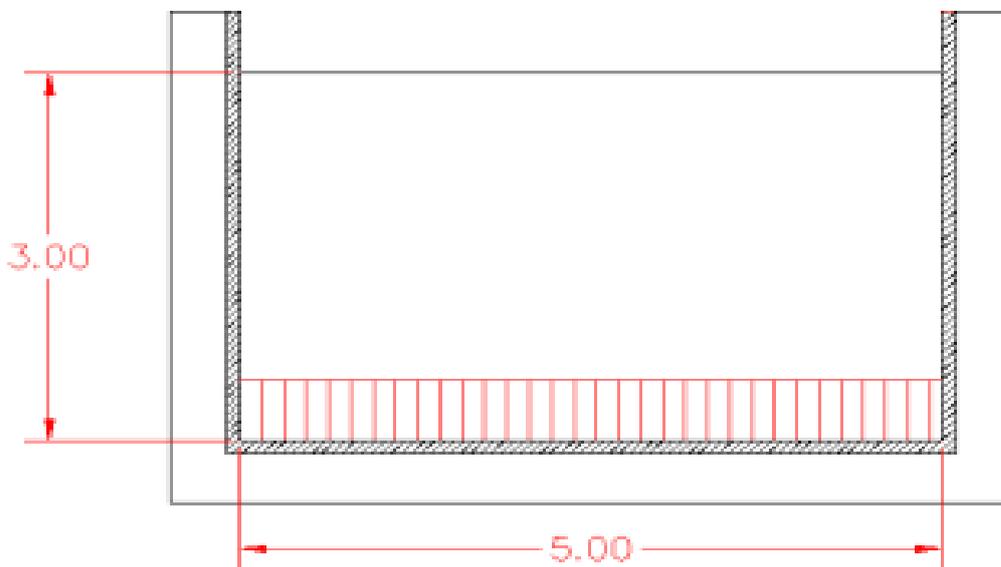


Figura 6 – Ação da pressão hidrostática no fundo do reservatório.
Fonte: Próprio autor.

2.5 IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Pieper (1992) afirma que é na concepção de um projeto arquitetônico que se deve analisar qual o sistema impermeabilizante mais adequado e que as dificuldades de se tratar disso

posteriormente a execução da obra, seriam infundadas se fossem previstas em projeto.

Segundo Ischakewitsch (1996) a participação do projetista de impermeabilização no projeto da obra deve ser na mesma época em que o arquiteto inicia o primeiro estudo, sendo que alguns conceitos básicos no projeto podem e devem ser adotados logo no início dos estudos.

Cabral (1992) analisa que embora seja fundamental que a impermeabilização seja parte integrante do projeto, na maioria dos casos as construtoras só dedicam atenção à impermeabilização e seus problemas no final da obra, quando já é muito tarde. A falta de previsão dos detalhes e a improvisação na execução são responsáveis por um grande número de falhas.

Antonelli *et al.*, (2002) conclui em sua pesquisa que a falta de projeto específico de impermeabilização é responsável por 42% dos problemas, sendo significativa sua influência na execução e fiscalização dos serviços de impermeabilização.

Segundo Antunes (2004) a existência de um projeto de impermeabilização minimiza a ocorrência das patologias, já que permite controlar a execução, além de prever detalhes construtivos como arremates.

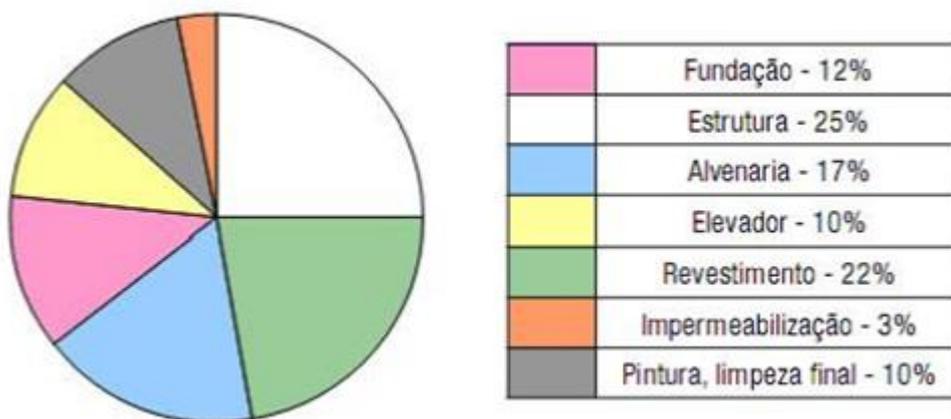


Gráfico 1 - Custo da impermeabilização em cada etapa da obra.
Fonte: (VEDACIT, 2009, p. 6)

Impermeabilizar é um custo baixo em relação a toda a obra, porém a falta do mesmo pode acarretar grandes problemas, que esses por sua vez, terão um gasto considerável no orçamento. O gráfico 1 acima mostra o custo da impermeabilização de modo geral, em relação a toda a obra, ressaltando a importância de fazer corretamente para não ter o gasto com reparos.

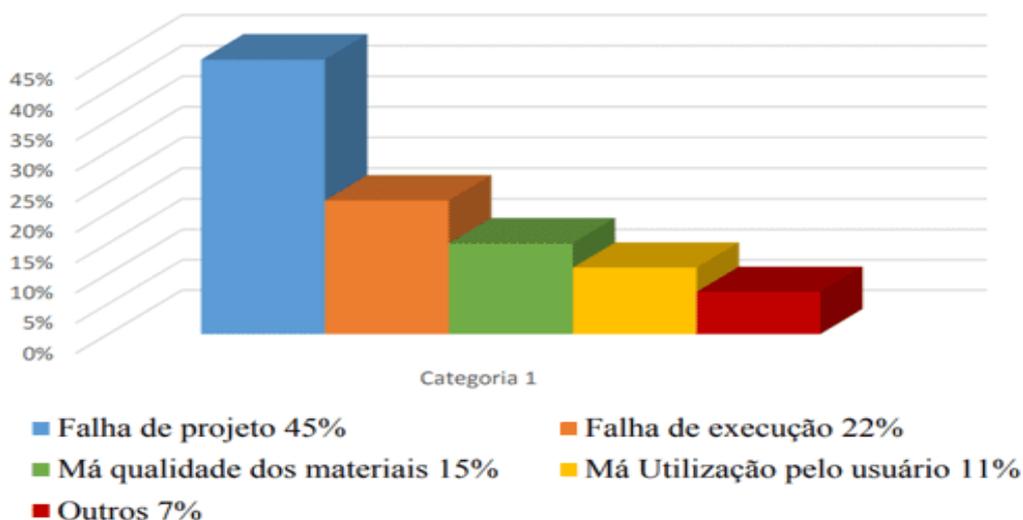


Grafico 2 –Principais fatores de ocasionar patologias na impermeabilização.
 Fonte: Fonte: Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do Rio Grande do Sul (IBAPE-RS) (2013).

Sendo um processo imprescindível para assegurar uma construção duradoura, a impermeabilização dispõe tanta importância quanto qualquer serviço básico, como instalações, estrutura, entre outros, assim requer a presença de um projeto específico para garantir a execução correta do serviço. Segundo a NBR 9575 (2013), o projeto de impermeabilização é constituído de dois projetos que se complementam:

2.5.1 Projeto básico

Fornece as informações gráficas e descritivas das soluções de impermeabilizações a serem adotadas, sendo executado durante a coordenação geral das atividades de projeto, compondo os documentos do projeto básico de arquitetura. Nesta etapa, há uma grande preocupação com a compatibilização com os demais projetos, a fim de equacionar as possíveis interferências. (NBR 9575, 2013).

2.5.2 Projeto executivo

Fornece integralmente as informações gráficas e descritivas das soluções de impermeabilizações a serem adotadas numa dada construção, podendo ser executado pós-liberação do projeto legal de arquitetura, mas antes do início da execução das fundações da construção. (NBR 9575, 2013).

3 DESENVOLVIMENTO

A impermeabilização interfere na vida útil de uma construção, pois protege as estruturas contra a ação nociva da umidade. Ela tem a função de formar uma barreira que contém a propagação da umidade e evita infiltrações.

A maior parte dos reservatórios requerem necessariamente ser impermeabilizados com sistemas flexíveis, e esta necessidade provém das movimentações que tais estruturas sofrem, em decorrência das cargas solicitantes ou devido às oscilações térmicas. Desta forma, as membranas de poliuretano têm-se apresentado como excelentes soluções técnicas, capazes de garantir a estanqueidade e os níveis de potabilidade dos tanques d'água.

Para escolher o tipo de sistema impermeabilizante deve-se adquirir informações sobre a instabilidade, intempéries e cargas em movimento nas quais cada parte da estrutura está submetida, e assim definir o tipo de impermeabilização.

3.1 CARACTERÍSTICAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO RÍGIDA E FLEXÍVEL

A impermeabilização rígida é encontrada como argamassa industrializada ou aditivo para argamassa ou concreto, onde, segundo a ABNT NBR9689:1986 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986), é um produto de natureza mineral ou inorgânica, que adicionado a mistura, reduz a permeabilidade desses sistemas. Como não é resistente a grandes movimentações, geralmente é utilizada nas partes enterradas do edifício, e exige aplicações mais detalhadas, pois pelo fato de ser aplicada úmida e não ter grande resistência mecânica segue a forma da estrutura, logo, a presença de fissuras ou outras imperfeições pode comprometer seu rendimento. Porém, se devidamente executada, após sua cura, garante a proteção da construção contra fluidos e umidade.

	RÍGIDOS	FLEXÍVEIS
Aplicações indicadas	Sua aplicação é recomendada para as partes mais estáveis da edificação. São locais menos sujeitos ao aparecimento de trincas e fissuras, que poderiam comprometer a impermeabilização. Por isso, sua principal utilização ocorre em fundações, pisos internos em contato com o solo, contenções e piscinas enterradas.	A elasticidade desses produtos faz com que eles sejam mais indicados para estruturas sujeitas a movimentações, vibrações, insolação e variações térmicas (dilatações e contrações). Portanto, são mais usados em lajes (térreo e cobertura), banheiros, cozinhas, terraços e reservatórios elevados.
Como são vendidos	Como aditivos para argamassa ou como argamassa industrializada. Também são encontradas misturas aplicadas em forma de pintura, formando um revestimento impermeável.	Os sistemas flexíveis são encontrados na forma de mantas, aderidas ou não à estrutura. Também fazem parte desse grupo misturas moldadas no local, que, depois de secas, formam uma membrana elástica protetora.
Exemplos	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassas impermeabilizantes • Cimentos poliméricos • Cristalizantes • Resinas epóxi 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantas asfálticas • Membranas asfálticas moldadas no local (a quente ou a frio) • Mantas de PEAD, PVC, EPDM • Membranas de poliuretano, de poliureia, resinas acrílicas, etc.

Tabela 1 – Classificação de modelos de impermeabilização.
Fonte: O autor

A impermeabilização flexível é vendida em forma de mantas, que podem ser pré-fabricadas ou moldadas *in loco*, podem ser aplicadas a quente ou a frio, e incorporam-se no local da aplicação, garantindo estanqueidade mesmo com a estrutura se movimentando.

3.2 IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL

“São impermeabilizações feitas com mantas pré-fabricadas ou com elastômeros dissolvidos e aplicados no local, em forma de pintura ou melação em várias camadas e que, ao se evaporar o solvente, deixam uma membrana hipoteticamente elástica” (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 18).

Esse tipo de impermeabilização pode ser dividido em três grupos, que são basicamente as mantas que utilizam composto asfáltico, as membranas moldadas *in loco* e as membranas sintéticas, veja a tabela 2 abaixo.

PRODUTO	CARACTERÍSTICA	APLICAÇÕES
Asfaltos quente.	É um sistema tradicional muito utilizado no Brasil desde a impermeabilização inicial de uma edificação, a moldagem acontece por meio de várias demãos do asfalto aquecido onde ocorre o derretimento.	Alicerces, lajes, áreas consideradas molhadas com: Banheiro, cozinha etc.
Solução de emulsificante asfálticas.	Um produto que na sua composição de asfalto misturada em água ou solvente.	Aplicação é realizada a frio ideal para cômodos pequenos e denominadas áreas úmidas.
Membranas de poliuretano	Aplicado a frio é um impermeabilizante bicomponente com uma excelente estabilidade química, elasticidade, resistente a altas temperaturas e de fácil aderência em diversos tipos de superfícies.	Para ambientes mais agressivos como: reservatórios de água, tanques de efluentes industriais e esgotos, entre outros.
Membrana de poliureia	Indicado para locais considerados áreas críticas onde a liberação não pode ficar por muitas horas inutilizadas, com aplicação simples utilizando equipamento de pulverização e com a sua secagem quase de imediata. Após aplicado	Ideal para revestimentos internos, tanques de águas, piscinas, telhados etc.

	mostrasse muito resistente quimicamente e mecanicamente e de excelente elasticidade.	
Membrana acrílica	É uma resina acrílica dispersa em água, é necessário várias demãos intercalando com um estruturante e é um produto muito resistente aos raios solares.	Deve ser aplicada apenas em áreas externas e não transitável como galpões, coberturas inclinadas, telhas pré-moldadas.

Tabela 2 – Principais características de impermeabilização flexíveis
Fonte: O autor

4 CONCLUSÃO

Com este trabalho foi possível observar algumas das inúmeras patologias que a falta de impermeabilização causa no reservatório e o quanto isso é prejudicial à construção e até à saúde dos moradores.

As falhas relacionadas à impermeabilização são, geralmente, causadas por falta de especialização de mão-de-obra, que juntamente com a falta de um projeto específico, torna o processo ineficiente.

A obrigatoriedade do atendimento às normas e legislações vigentes quanto à garantia da potabilidade da água armazenada em reservatórios tem sido um campo de aplicação das membranas de poliuretano moldadas *in loco*. Por sua vez, estas membranas de poliuretano devem atender aos padrões de potabilidade pré-estabelecidos e discutidos no presente trabalho.

REFERÊNCIAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574**: impermeabilização: execução de impermeabilização. Rio de Janeiro: 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: impermeabilização: seleção e projeto. Rio de Janeiro: 2010.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CORSINI, R. **Trinca ou fissura?**. São Paulo: Pini, 2010. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-ostipos-285488-1.aspx>. Acesso em: 29 maio 2022.

CUNHA, A. G.; NEUMANN, W. **Manual de impermeabilização e isolamento térmico: como projetar e executar**. 5. ed. Rio de Janeiro: Texsa Brasileira Ltda, 1979.

FERREIRA, A. B. H. **Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

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. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO. **Inspeção predial: check-up predial, guia da boa manutenção**. 2. ed. São Paulo: LEUD, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. **Saiba mais: o que é Impermeabilização**. São Paulo: Ibid Brasil, 2017. Disponível em: <http://www.ibibrasil.org.br/saiba-mais/o-que-e-impermeabilizacao>. Acesso em: 26 maio 2022.

JOFFILY, I. A. L.; OLIVEIRA, A. L. A. **A ocorrência de eflorescência em locais Impermeabilizados com mata asfáltica**. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <http://www.casadagua.com/wp-content/uploads/2014/02/PAP-034-SS02.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2022.

PORCIÚNCULA, E. **Combate às patologias começa na impermeabilização**. São Paulo: Cimento Itambé, 2013 Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/combate-as-patologias-comeca-naimpermeabilizacao/>. Acesso em: 26 maio 2022.

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

RIPPER, E. **Como evitar erros na construção**. 3. ed. São Paulo: Pini, 1996.

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2009.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, 1989.

VEDACIT. **Manual técnico de impermeabilização de estruturas**. 4. ed. São Paulo: VEDACIT, s. d. Disponível em: <http://www.vedacit.com.br>. Acesso em: 11 set. 2022.

VEDACIT. **Manual técnico: impermeabilização de estruturas**. 6. ed. São Paulo: [S. n.], 2010. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-sobre-impermeabilizacao>. Acesso em: 15 maio 2022.

VEDACIT. **Manual técnico: recuperação das estruturas**. 3. ed. São Paulo: VEDACIT, [20--]. Disponível em: <https://vedanews.com.br/uploads/biblioteca/manual-tecnico-recuperacao-deestruturas-8.pdf>. Acesso em: 15 maio 2022.