

## Processos de impermeabilização: estudo de caso residencial

### Waterproofing processes: residential case study

DOI:10.34117/bjdv8n10-092

Recebimento dos originais: 05/09/2022

Aceitação para publicação: 06/10/2022

#### **Micheli de Souza Bernardes**

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade São Francisco (USF)  
Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)  
Endereço: Avenida Um, 4050, Cidade Universitária, Janaúba – MG, Brasil  
E-mail: michbernardes@hotmail.com

#### **Thiago Franchi Pereira da Silva**

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)  
Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)  
Endereço: Avenida Um, 4050, Cidade Universitária, Janaúba – MG, Brasil  
E-mail: thiago.franchi@ufvjm.edu.br

#### **Diego Sato Gamez**

Graduado em Engenheiro Civil pela Universidade São Francisco (USF)  
Instituição: Universidade São Francisco (USF)  
Endereço: Avenida Sen. Lacerda Franco, 360, Centro, Itatiba – SP, Brasil  
E-mail: diegog174@gmail.com

#### **Patricia de Cassia Gonçalves**

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade São Francisco (USF)  
Instituição: Universidade São Francisco (USF)  
Endereço: Avenida Sen. Lacerda Franco, 360, Centro, Itatiba – SP, Brasil  
E-mail: patriciacassiago@hotmail.com

### **RESUMO**

A impermeabilização é a técnica que consiste em proteger as construções contra a infiltração de água. Sua aplicação e funcionamento são essenciais para garantir o bem-estar de quem utiliza as instalações e também a durabilidade e baixo custo de manutenção da construção. O trabalho consiste no estudo das etapas necessárias para garantir o sucesso da aplicação das técnicas de impermeabilização e o levantamento das normas técnicas NBR que regulam e normatizam a adequada execução e projeto, assim como os testes necessários para garantir a qualidade e desempenho da impermeabilização aplicada. Foi feito um estudo de caso detalhado, acompanhando cada etapa de construção de uma casa, apontando os detalhes de execução, desde os materiais aplicados até a execução. Em cima destas informações foi feita a comparação entre as técnicas e materiais recomendados pelas normas e as técnicas e materiais aplicados de fato durante a construção.

**Palavras-chave:** impermeabilização, projeto de impermeabilização, técnicas de impermeabilização, normas de impermeabilização.

## ABSTRACT

Damp proofing is a technique which consists in protecting buildings against dampness. Its implementation and operation are essential to ensure the well-being of those who use the facilities and also to guarantee the durability and low maintenance cost of a construction. The work consists of the studied required steps to ensure the success of the application techniques of waterproofing and the survey of the BRN (Brazilian Regulatory Norms), technical rules that govern and regulate them, as well as the necessary tests to ensure the quality and performance of the applied waterproofing technique. A detailed case study of the applied damp proofing during the construction of a house was done step by step, showing the implementation details, from the choice of materials to the choice of execution techniques. A comparison between the recommended techniques and materials applied during the construction and the techniques and materials recommended by the standards was made.

**Keywords:** damp proofing, waterproofing project, dry zone damp-proofing techniques, proofing standards.

## 1 INTRODUÇÃO

A impermeabilização é a técnica que consiste em proteger as construções contra a infiltração de água. Sua aplicação e funcionamento são essenciais para garantir o bem-estar de quem utiliza as instalações e também a durabilidade e baixo custo de manutenção da construção. A durabilidade e a redução dos custos de manutenção das construções dependem diretamente da aplicação adequada das técnicas de impermeabilização.

Já nas primeiras construções da história da humanidade há relatos de uso de materiais com características impermeabilizantes. Óleos e betumes naturais foram utilizados na construção da Muralha da China, nas termas romanas e nos Jardins da Babilônia. Os impermeabilizantes também aparecem nos aquedutos e saunas na Era romana (PICCHI, 1986).

As primeiras obras utilizando impermeabilizações acontecem de fato no início do século XX, com a utilização de asfalto natural armado com tecidos grosseiros (POZZOLI, 1991).

A utilização da impermeabilização coincide com o início da utilização das estruturas de concreto armado do início do século XX (REZENDE, 1991).

Com a evolução da arquitetura das construções as estruturas se tornam mais esbeltas e, por este motivo, acabam por exigir materiais impermeabilizantes com maior elasticidade, sendo capazes de absorver da melhor maneira possível as movimentações estruturais (REZENDE, 1991).

No Brasil a técnica de impermeabilização foi utilizada no início da colonização na construção dos fortes que ficavam em contato direto com a água do mar. Neste caso foi empregado o óleo de baleia misturado com cal e areia. Nas construções dos séculos XVII e XVIII evitava-se o contato direto da estrutura com o solo, construindo porões com ventilação. Outra técnica utilizada para evitar a umidade era a construções de telhados com beirais grandes, evitando que a chuva molhasse diretamente a parede das construções (POZZOLI, 1991).

Do século XIX até o início do século XX utilizava-se a impermeabilização metálica, utilizando chapas de cobre. A técnica era muito utilizada em grandes construções na Europa (POZZOLI, 1991).

No início do século XX materiais fibroasfálticos importados dos Estados Unidos e Canadá começam a ser empregados. Aditivos no concreto e argamassas começam a ser aplicados a partir da década de 30 com a chegada da tecnologia ao Brasil. Desde então temos o aparecimento de diversos fabricantes com diferentes tecnologias e soluções em impermeabilização (PICCHI, 1986).

Em 1975 foi fundado o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), que junto a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) passa a divulgar e ditar as normas de impermeabilização (POZZOLI, 1991).

Atualmente existe uma enorme quantidade de informação sobre as técnicas de impermeabilização e sobre os materiais a serem empregados. Porém, existem profissionais que ainda não dão a devida atenção e importância ao projeto de impermeabilização de uma obra. O projeto de impermeabilização deve seguir a norma NBR 9575/2010 e acompanhar o projeto geral da obra desde o princípio, focando em pontos críticos da estrutura, garantindo a escolha das melhores técnicas e materiais para cada etapa de construção.

Segundo Azevedo (1993), o projeto de impermeabilização gera vários benefícios como a possibilidade de comparar as técnicas e materiais alternativos para impermeabilização, comparação de custo, orçamentos mais precisos, melhor acompanhamento da equipe técnica e garantia ao usuário nas áreas impermeabilizadas.

O presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento das principais técnicas e materiais que poderão ser aplicados, segundo as Normas da ABNT NBR 9575/2010, NBR 9574/2008 e NBR 15575/2010, para a confecção de um projeto de impermeabilização funcional e viável. Além do projeto, foi realizado o acompanhamento

da execução da construção, com a finalidade de pontuar através de Estudo de Caso os processos de impermeabilizações abordados na durante a construção.

## **2 IMPERMEABILIZAÇÃO: UMA VISÃO GERAL**

As estruturas das construções devem ser projetadas para suportar diversas cargas e seus movimentos, consequências naturais do meio em que vivemos, decorrentes das diversas mudanças climáticas, interferindo na umidade relativa do ar, nos ventos e na temperatura. Todos estes fatores naturais degradam, com o tempo, as construções. Desta maneira é necessário proteger tais estruturas de infiltrações e do calor, garantindo maior vida útil aos materiais de construção, do concreto armado e dos acabamentos em geral. Todo este cuidado garante melhor desempenho e qualidade às construções, garantindo ambientes mais confortáveis para casas e prédios de apartamentos, para o caso das estruturas habitáveis, e também garante maior desempenho de estruturas como pontes, viadutos, túneis, rodovias e etc. (ZANOTTI, 2004). Segundo Zanotti (2004) há uma série de pontos que merecem especial atenção durante o projeto de uma obra, com relação à impermeabilização. Geralmente aplica-se a impermeabilização nos seguintes locais: nos subsolos, nos playgrounds, em lajes de áreas molhadas (banheiros, cozinha, varandas, etc), jardineiras e jardins, lajes permanentes e rodapés de coberturas, caixas d'água e cisternas, piscinas, calhas e marquises, em viadutos e pontes, muros de arrimo e em coberturas, terraços, lajes planas e rampas.

### **2.1 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

De acordo com a norma ABNT NBR 9575/2010 o projeto de impermeabilização é um conjunto de informações gráficas e descritivas que vão caracterizar todos os sistemas de impermeabilização que serão utilizados durante a execução da obra, garantindo a execução exata durante sua implementação. O projeto de impermeabilização é dividido em três etapas: Estudo Preliminar, Projeto Básico e Projeto Executivo.

O estudo preliminar faz o levantamento legal, técnico e de custos, que garantam a estanqueidade e durabilidade das áreas que estarão em contato direto com vapores, fluidos e umidade. Nesta fase do projeto são identificadas e quantificadas as áreas que necessitam de impermeabilização.

O projeto básico de impermeabilização define quais soluções devem ser aplicadas de acordo com a área analisada, garantindo que a técnica seja suficiente para evitar

problemas relacionados à umidade. Esta fase do projeto deve ser desenvolvida em conjunto com a etapa da coordenação geral das atividades do projeto.

O projeto executivo deve descrever de maneira detalhada e específica, sem erros, de todos os sistemas de impermeabilização que serão aplicados na construção. Esta fase do projeto deve ser desenvolvida associada aos demais projetos executivos.

## 2.2 TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Segundo a norma ABNT NBR 9575/2010, os tipos de impermeabilização são classificados conforme o material que constitui a camada principal impermeável. Segundo a norma os materiais podem ser classificados como: Cimentícios: argamassas e cimentos modificados com aditivos ou polímeros; Asfálticos: membranas ou mantas asfálticas modificadas com polímeros ou elastômeros; Poliméricos: mantas poliméricas, acrílicas ou elastoméricas.

## 2.3 SELEÇÃO DO PROJETO

De acordo com a norma ABNT NBR 9575/2010 o tipo adequado de impermeabilização a ser aplicado depende da solicitação imposta pelo fluido nos ambientes que necessitam de estanqueidade. A solicitação pode ocorrer de quatro maneiras: Imposta pela água de percolação; Imposta pela água de condensação; Imposta pela umidade do solo; Imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

Com todas estas informações e com o conhecimento específico do tipo de aplicação para o qual o projeto foi elaborado deve-se analisar cada área que deve ser impermeabilizada, obtendo uma solução de acordo com as normas. Em resumo as exigências que o projeto deve satisfazer são: Resistir às cargas impostas à impermeabilização; Resistir aos movimentos dinâmicos estruturais; Resistir ao desgaste de uso e do tempo; Resistir às pressões dos fluidos a qual estará sujeito.

## 2.4 APLICAÇÃO DO PROJETO

Na prática o projeto de impermeabilização forma uma barreira física que impede a propagação de umidade e evita infiltrações. O que evita o aparecimento de manchas de bolor, o deslocamento de azulejos, o aparecimento de goteiras e a corrosão de armaduras das estruturas de concreto armado, o que pode comprometer a rigidez da estrutura (FERREIRA, 2012).

De maneira geral e prática, os impermeabilizantes podem ser divididos em dois grupos: rígidos e flexíveis (FERREIRA, 2012).

Os impermeabilizantes rígidos são comercializados como argamassas industrializadas ou como aditivos químicos para argamassa ou concreto. Ainda podem ser encontrados como tintas, formando uma camada de revestimento impermeável (FERREIRA, 2012).

Os sistemas flexíveis são vendidos na forma de mantas, geralmente em rolos, ou são moldadas na própria obra. Como esses materiais são elásticos, se adaptam quando há movimentação das estruturas, evitando desta maneira o aparecimento de trincas (FERREIRA, 2012).

No caso da impermeabilização de pisos, fundações, revestimentos, etc. os produtos são adicionados e incorporam-se aos materiais normalmente empregados. A integridade do sistema é fundamental para garantir a eficiência do sistema. Pequenas trincas podem ser suficientes para servir como caminho para as infiltrações (FERREIRA, 2012). O Quadro 1 mostra os impermeabilizantes utilizados mais comumente nas obras e suas respectivas aplicações. A Figura 1 mostra aplicações práticas de aplicação dos impermeabilizantes rígidos em uma obra.

Como estes produtos não resistem a movimentações intensas são aplicados a elementos mais estáveis, geralmente enterrados, como proteção contra umidade do solo (FERREIRA, 2012).

Quadro 1: Características das impermeabilizações rígidas

PRODUTO	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
Cristalizantes	São compostos químicos de cimentos aditivados, resinas e água. O produto é aplicado diretamente sobre a estrutura a ser impermeabilizada. Ao entrar em contato com a água de infiltração, cristaliza-se e preenche os poros do concreto, constituindo uma barreira impermeável.	Áreas sujeitas à umidade, reservatórios enterrados, baldrames, piscinas enterradas, entre outros.
Argamassa Impermeável	São argamassas de cimento e areia que adquirem propriedades impermeáveis com a mistura de aditivos que repelem a água (hidrofugantes), líquidos ou em pó. Devem ser aplicadas em locais sujeitos a trincas e à fissuração, no emboço de revestimento de baldrames e paredes e no assentamento de alvenarias em contato com o solo.	Baldrames, piscinas, subsolos, pisos em contato com o solo, argamassa de assentamento de alvenaria, etc.
Argamassa polimérica	Argamassas industrializadas disponíveis no mercado na versão bicomponente, (cimento aditivado e resinas líquidas), devendo ser misturadas e homogeneizadas antes da aplicação. Formam um revestimento impermeável resistente à umidade e ao encharcamento.	Reservatórios e piscinas enterrados, subsolos, paredes, pisos frios, baldrames, etc.
	Revestimento impermeabilizante semiflexível aplicado	

Cimento polimérico	com trincha ou broxa. É um sistema bicomponente (componente em pó com fibras e componente líquido) que forma uma pasta cimentícia resistente à umidade que sobe pelas paredes e pela fundação. Ideal para áreas enterradas.	Reservatórios enterrados, baldrame, floreiras sobre terra, muro de arrimo, poço de elevador, etc.
Epóxi	Impermeável à água e ao vapor, é um revestimento com grande resistência mecânica e química. À base de resinas epóxi, bicomponente, com ou sem adições, é indicado para impermeabilização e proteção anticorrosiva de estruturas de concreto, metálicas e argamassas.	Tanques de armazenamento de produtos químicos, tubos metálicos.

FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 17)

Figura 1 - Práticas de aplicação dos impermeabilizantes rígidos em obra: (a) Aplicação da cristalização em paredes concretícias; (b) Aditivos para argamassa; (c) Aplicação de resina epóxi; (d) Aplicação de cimento polimérico.



FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 17) (ADAPTADO).

No caso das impermeabilizações flexíveis, a manta asfáltica é a mais aplicada. Este tipo de impermeabilização é formada por filamentos de poliéster ou fibra de vidro, recoberto, em ambas as faces, por um composto asfáltico. Esta composição garante uma estrutura impermeável e, ao mesmo tempo, maleável (FERREIRA, 2012). A Figura 2 mostra a aplicação da manta com asfalto oxidado a quente.

Figura 2 - Aplicação de manta com asfalto oxidante a quente: (a) Aplicação do asfalto oxidado a quente; (b) Uso do maçarico para aquecimento do asfalto na aplicação da manta.



FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 17)

Segundo a norma ABNT NBR 9952/2014 as mantas asfálticas são classificadas em quatro categorias, de acordo com a tração, alongamento, flexibilidade e espessura. Possuem também diferentes acabamentos que variam de acordo com a aplicação e a exposição ao sol e à chuva, além do tipo do asfalto utilizado na fabricação. O Quadro 2 apresenta a classificação das mantas de acordo com o desempenho. O Quadro 3 apresenta a classificação do tipo de asfalto utilizado na fabricação da manta. O Quadro 4 apresenta a classificação de acordo com o tipo de revestimento.

Quadro 2: Classificação da manta segundo o desempenho

TIPO	CARACTERÍSTICA	APLICAÇÕES
I	São mantas de desempenho básico. Com resistência mecânica e elasticidade mais baixas, são indicadas para locais com pouco trânsito e carregamentos leves. Este tipo praticamente não é usado nas obras brasileiras.	Pequenas lajes não expostas ao sol, banheiros, cozinhas, varandas, baldrames, vigas-calha, etc.
II	Produto com resistência mecânica adequada a situações leves e moderadas, como o de áreas internas residenciais, pequenas lajes e fundações. Também podem ser usadas em impermeabilizações com mantas duplas.	Lajes sob telhados, banheiros, cozinhas, varandas, baldrames, etc.
III	Mantas de elasticidade e resistência mecânica elevadas, desenvolvidas para a impermeabilização de estruturas sujeitas a movimentações e carregamentos típicos de um edifício residencial ou comercial.	Lajes maciças, pré-moldadas, steel deck, terraços, piscinas, camadas de sacrifício em sistema de dupla manta, etc.
	Trata-se de material de alto desempenho e maior vida útil.	Lajes de estacionamentos, tanques

IV	São indicadas para estruturas sujeitas a maiores deformações por dilatação ou por grandes cargas, como obras viárias e de infraestrutura.	e espelhos d'água, túneis, viadutos, rampas, heliportos, etc.
----	---	---

FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 18)

Quadro 3: Classificação segundo o tipo de asfalto

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Elastoméricas	Os elastômeros são substâncias que, misturadas ao asfalto, tornam a manta mais elástica.
Plastoméricas	As mantas feitas com asfaltos misturados a plastômeros apresentam boa resistência mecânica, térmica e química.

FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 18)

Quadro 4: Classificação de acordo com o tipo de revestimento utilizado no acabamento

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Polietileno	As mantas com acabamento em polietileno são desenvolvidas para aplicação com maçarico.
Areia	As mantas com acabamento em areia são desenvolvidas para aplicação com asfalto quente ou maçarico.
Alumínio	Desenvolvido para impermeabilização de coberturas e lajes sem proteção mecânica e sem trânsito de pessoas ou veículos, o revestimento em alumínio na face exposta é resistente aos raios solares e proporciona relativo conforto térmico à edificação.
Geotêxtil	Desenvolvido para impermeabilizar lajes sem proteção mecânica e sem trânsito de pessoas ou veículos. O revestimento com material geotêxtil na face exposta é preparado para receber pinturas refletivas.
Ardoziado	Desenvolvido para impermeabilizar lajes sem proteção mecânica e sem trânsito de pessoas ou veículos. O revestimento com ardósia natural e grânulos minerais na face exposta dá acabamento final à superfície e protege a manta contra a ação dos fenômenos climáticos.
Antirraiz	Para uso em jardineiras, o local recebe tratamento com produtos que inibem o crescimento de raízes (herbicidas), para que elas não danifiquem a impermeabilização.

FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 18)

A impermeabilização com membranas moldadas in loco é feita aplicando-se várias camadas de impermeabilizante líquido na camada a ser tratada, formando uma membrana flexível sem emendas. A aplicação deste tipo de produto pode ser feita a frio ou a quente, dependendo do produto escolhido. Geralmente são aplicados em pequenas

áreas por serem práticos de se aplicar e por não terem emendas (HUSSEIN, 2013). A Figura 3 mostra a aplicação dos sistemas de impermeabilização moldada *in loco*. O Quadro 5 apresenta a classificação das membranas moldadas *in loco*.

Figura 3 - Aplicação dos sistemas de impermeabilização *in loco*: (a) Asfalto a quente; (b) Emulsões e soluções asfálticas; (c) Membrana de poliuretano; (d) Membrana acrílica.



FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 19)

Quadro 5: Características das membranas moldadas *in loco*

PRODUTO	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
Asfaltos moldados a quente	É o sistema mais tradicional do Brasil, utilizado desde o início de impermeabilização de edificações no País. Consiste damoldagem de uma membrana impermeabilizante por meio de sucessivas demãos, de asfalto derretido intercaladas com telasou mantas estruturantes. Ideal para áreas de pequenas dimensões, e lajes médias ou com muitos recortes. A produtividade da aplicação é baixa.	Cozinhas, banheiros, áreas de serviço, lajes de cobertura, terraços, tanques, piscinas, reservatório, etc.
Soluções e emulsões asfálticas	Produtos compostos por misturasde asfalto, modificadas ou não por polímeros, em água ou solvente. São aplicados a frio como primers ou como impermeabilização de áreas molháveis internas, estruturada com telas. O tempo de cura costuma ser maior em comparação com os demais sistemas	Principalmente como pintura de ligação, e como impermeabilizantes em pequenaslajes, banheiros, cozinhas, áreas de serviço e floreiras

	impermeabilizantes.	
Membranas de poliuretano	Impermeabilizante bicomponente aplicado a frio, com grande estabilidade química, aderência a diversos tipos de superfícies, elasticidade e resistência a altas temperaturas. Suas características o credenciam para aplicação em ambientes mais agressivos.	Lajes e áreas molháveis, tanques de efluentes industriais e esgotos, reservatórios de água potável.
Membrana de poliureia	Revestimento aplicado a spray com equipamento de pulverização. Indicado para áreas onde a velocidade de liberação da área é crítica, já que sua cura é muito rápida (da ordem de minutos). Depois de aplicado, tem grande elasticidade e resistência química e mecânica.	Pisos industriais, revestimentos internos de tanques, tanques de tratamento de água e efluentes, piscinas, lajes e telhados.
Membrana acrílica	É formado por resina acrílica normalmente dispersa em água, executada com diversas demãos intercaladas por estruturante. Resistente aos raios solares (ultravioleta), deve ser aplicada em superfícies expostas e não transitáveis. Deve, ainda, ser usada em áreas mais inclinadas (maior que 2%), para que a água não se acumule sobre a superfície e danifique o sistema.	Sheds, coberturas inclinadas, abóbadas, telhas pré-moldadas ou equivalentes.
Resina termoplástica	As resinas termoplásticas são impermeabilizantes flexíveis bicomponentes, composta por uma parte líquida (resina acrílica) e outra em pó (cimento aditivado). Misturados, formam uma pasta que é aplicada com broxa em várias demãos, estruturadas ou não com telas de poliéster. Não resiste à pressão negativa da água (a partir da parede).	Piscinas, reservatórios de água potável, pisos frios e rodapés de paredes de drywall.

FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 19)

As mantas sintéticas, ou membranas sintéticas, são fabricadas com diferentes materiais como polietileno de alta densidade (PEAD), policloreto de vinil (PVC), poliofina termoplástica (TPO), etileno-propileno-dieno (EPDM), entre outros. São constituídas de ligas elásticas e flexíveis, adaptando-se ao formato da superfície onde é aplicada e absorvendo a vibração (que é consequência das movimentações da estrutura), e também resistem à luz e a ataques químicos (FERREIRA, 2012).

Estes materiais têm maior aplicação em obras de grande porte, como lagos artificiais, aterros sanitários e tanques. A Figura 4 apresenta exemplos de aplicação das mantas de PEAD, EPDM, PVC e TPO. O Quadro 6 mostra as características e aplicações das mantas sintéticas.

Figura 4 - Exemplo de aplicação de mantas: (a) Geomembrana PEAD; (b) Manta de EPDM; (c) Manta de TPO; (d) PVC.



FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 20)

Quadro 6: Características das membranas sintéticas

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
PEAD	As geomembranas de polietileno de alta densidade (PEAD) têm em sua composição cerca de 97,5% de polietileno virgem e 2,5% de fuligem (negro de fumo), responsável pela resistência aos raios ultravioleta. Também contêm adições de substâncias químicas que aumentam a resistência do produto a intempéries, ao calor e à degradação.	Aterros sanitários, lagoas de rejeitos industriais, tanques de Estação de Tratamento de Esgoto, lagos artificiais e tanques de criação de peixes

EPDM	O etileno-propileno-dieno- monômero (EPDM) é um tipo de borracha que pode ser bastante esticada, isso permite que a geomembrana feita com o material se molde a praticamente qualquer tipo de superfície. O material também é usado na fabricação de mantas para coberturas, com fixação mecânica ou aderida.	Reservatórios, lagos artificiais, tanques de criação de peixes, canais de irrigação (geomembranas); coberturas (mantas)
PVC	As mantas de PVC podem ser empregadas na impermeabilização de estruturas de concreto (túneis, lajes, subsolos, etc.) e coberturas. As mantas desenvolvidas para coberturas são resistentes aos raios solares e podem ficar expostas às intempéries, também há mantas resistentes à penetração de raízes e micro-organismos.	Túneis, subsolo, fundações, telhados e coberturas.
TPO	Essas membranas são fabricadas com material termoplástico flexível reforçado com uma malha de poliéster. Têm grande resistência a rasgos, perfurações, bactérias, raios solares e ações climáticas.	Coberturas.

FONTE: Equipe de Obra (2012, p. 20)

Todos os materiais apresentados até aqui possuem diferentes características e finalidades de aplicação. Deste modo é importante que as indicações de aplicação apontadas pelos desenvolvedores da solução sejam seguidas à risca.

## 2.5 EXECUÇÃO DO PROJETO

O êxito do projeto de impermeabilização de uma construção depende diretamente da qualidade da mão de obra, lembrando que o sucesso das diferentes técnicas e materiais aplicados só funcionam de fato quando corretamente aplicados.

Segundo a norma ABNT NBR 9574/2008, a mão de obra para a execução do trabalho de impermeabilização deve ser especializada e atender a algumas obrigatoriedades como: O executante deve seguir rigorosamente o projeto de impermeabilização, principalmente com relação aos detalhes e especificações; As trincas e fissuras devem ser tratadas de acordo com o sistema de impermeabilização adotado; As superfícies a serem impermeabilizadas devem estar suficientemente secas antes de executar o serviço; O substrato a ser impermeabilizado não deve apresentar cantos e arestas vivos; As superfícies devem estar limpas (sem poeira, óleos, pontas de ferro, etc.); A superfície a ser impermeabilizada e que escoar água deve ter um caimento mínimo de 1,0% em direção aos cloretos; A superfície a ser impermeabilizada não deve ter protuberâncias e com resistência e textura compatíveis com a técnica a ser empregada; Deve-se prestar muita atenção aos detalhes como juntas, rodapés, ralos, passagem de

tubulações, emendas, etc; Quando necessário deve ser utilizado sistemas para proteção da chuva e mau tempo; Proibir o trânsito de pessoas, material e equipamentos que não façam parte do processo de impermeabilização; Observar e obedecer as normas de segurança; Após a impermeabilização do local, recomenda-se teste com lâmina d'água, com duração mínima de 72 h.

O sucesso do sistema de impermeabilização depende da escolha das técnicas e materiais apropriados para cada caso. Cabe ao projetista determinar quais áreas devem ser impermeabilizadas e quais soluções devem ser empregadas. O bom funcionamento do sistema adotado também depende da perfeita execução do projeto desenvolvido, o que nem sempre acontece.

### **3 METODOLOGIA**

O trabalho foi desenvolvido em três etapas distintas. Primeiro foi feito o levantamento bibliográfico da literatura existente sobre o assunto, baseado principalmente na literatura clássica (livros e artigos científicos) e também na literatura mais atualizada (revistas e artigos científicos).

Na segunda etapa foi feito o estudo de caso de uma obra, observando o projeto inicial de impermeabilização empregado, como foi feita a execução do serviço e quais materiais foram empregados.

Na terceira etapa foi feita uma comparação entre as soluções de impermeabilização e materiais aplicados na obra e quais as soluções apontadas pela literatura especializada, mostrando qual o projeto de impermeabilização adequado para o caso estudado.

A partir das informações levantadas, foram apontadas quais as melhores soluções de impermeabilização para cada tipo de aplicação, descrevendo quais os melhores produtos e quais técnicas devem ser aplicadas.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados foram apresentados conforme acompanhamento realizado na obra, assim como o projeto executado seguiu as principais etapas de impermeabilização, de acordo com as nas normas da ABNT 9575/2010 e 9574/2008.

## 4.1 DESCRIÇÃO DO SERVIÇO REALIZADO EM OBRA

### 4.1.1 Alicerce

**PRODUTOS UTILIZADOS:** Impermeabilizantes rígidos, como Mactra 2000 e Mactraset (Fabricante: Mactra);

**EXECUÇÃO:** A superfície foi regularizada com argamassa de cimento e areia, traço (1:3) preparada com adição de Mactra 2000. Após a regularização, foi aplicado o Mactraset com três demãos cruzadas. As Figura 5 mostra o alicerce impermeabilizado.

Figura 5 - Alicerce impermeabilizado.



FONTE: Autores (2017)

### 4.1.2 Muro de arrimo

**PRODUTOS UTILIZADOS:** Impermeabilizantes flexíveis e rígidos, como Mactra 2000, Vedbem Piscina, e Tela Vedatrinca 1x50 e Adesivo como Mactracol (Fabricante: Mactra);

**EXECUÇÃO:** A superfície foi chapiscada com adesivo Mactracol e regularizada com argamassa de cimento e areia, traço (1:3) preparada com adição de Mactra 2000. Após a regularização, foi aplicado o Vedbem Piscina com três demãos cruzadas, sendo que a segunda demão foi estruturada com Tela Vedatrinca 1x50m. A Figura 6 mostra o muro de arrimo impermeabilizado.

Figura 6 - Muro de arrimo impermeabilizado



FONTE: Autores (2017)

#### 4.1.3 Paredes Externas

**PRODUTOS UTILIZADOS:** Impermeabilizantes rígidos e flexíveis, como Mactra 2000 e Mactra Imperall Premium, (Fabricante: Mactra);

**EXECUÇÃO:** As paredes foram rebocadas até  $h=60$  cm com argamassa de cimento e areia, traço (1:3) preparada com adição de Mactra 2000 e no assentamento das 3 primeiras fiadas de blocos foi utilizado mactra 2000 na massa. Antes de realizar a pintura externa, foi aplicado 2 demãos de Mactra Imperall Premium . A Figura 7 mostra as paredes com os produtos aplicados.

Figura 7 - Parede externa com produto Mactra 2000 aplicado até  $h=60$ cm. Parede externa com produto Mactra Imperall Premium aplicado

FONTE: Autores (2017)

#### 4.1.4 Paredes Internas

**PRODUTOS UTILIZADOS:** Impermeabilizantes rígidos como Mactra 2000 (Fabricante: Mactra);

**EXECUÇÃO:** As paredes foram rebocadas até  $h=60$  cm com argamassa de cimento e areia, traço (1:3) preparada com adição de Mactra 2000 e no assentamento das

3 primeiras fiadas de blocos foi utilizado mactra 2000 na massa. A Figuras 8 mostra as paredes com os produtos aplicados.

Figura 8 - Parede interna com produto Mactra 2000 aplicado até h = 60 cm



FONTE: Autores (2017)

#### 4.1.5 Áreas Molhadas - Banheiros

PRODUTOS UTILIZADOS: Impermeabilizantes rígidos como Mactra 2000 (Fabricante: Mactra);

EXECUÇÃO: As paredes foram rebocadas até o teto com argamassa de cimento e areia, traço (1:3) preparada com adição de Mactra 2000.

#### 4.1.6 Áreas Molhadas – Lavanderia E Cozinha

PRODUTOS UTILIZADOS: Impermeabilizante rígido, como Mactra 2000 (Fabricante: Mactra);

EXECUÇÃO: As paredes foram rebocadas até o teto com argamassa de cimento e areia, traço (1:3) preparada com adição de Mactra 2000.

#### 4.1.7 Contrapiso E Rodapé

PRODUTOS UTILIZADOS: Impermeabilizante rígido, como Mactra 2000 e Mactraset, (Fabricante: Mactra);

EXECUÇÃO: Foi aplicado 30 cm de mactraset com três demãos cruzadas nas paredes e contrapiso, fazendo o “L”. A Figura 9 mostra a aplicação do produto.

Figura 9 - Aplicação do produto Mactraset no contrapiso e rodapé.



FONTE: Autores (2017)

#### **4.1.8 Varanda dos quartos – Piso**

Não foram utilizados produtos impermeabilizantes para a execução da massa de regularização para assentamento das pedras. Somente o alicerce foi impermeabilizado conforme indicado anteriormente.

#### **4.1.9 Contrapiso da caixa d'água**

**PRODUTOS UTILIZADOS:** Impermeabilizante rígido, como Mactra 2000, (Fabricante: Mactra);

**EXECUÇÃO:** A massa de regularização foi preparada com cimento e areia, traço (1:3) preparada com adição de Mactra 2000.

#### **4.1.10 Ralos**

**PRODUTOS UTILIZADOS:** Impermeabilizante rígido, como Mactraset, (Fabricante: Mactra);

**EXECUÇÃO:** Foi regularizada a superfície com areia e cimento traço 1:3 com caída mínima de 1% e deixado rebaixo para vedação e impermeabilização do ralo. No processo de impermeabilização foi aplicado a primeira demão do produto mactraset e aplicado a Tela Vedatrinca, ambos produtos da Mactra, e após aplicado mais duas demãos do produto mactraset antes da colocação da caixa de grelha do ralo. Para finalizar a vedação foi aplicado Elastique em torno do ralo.

## 4.2 ANÁLISE DOS SERVIÇOS REALIZADOS *IN LOCO*

### 4.2.1 Alicerce

Conforme a NBR 9575/2010 e orientações da revista Equipe de Obra-PINI, a impermeabilização a ser empregada na construção civil deve ser determinada segundo a solicitação imposta pela umidade presente no solo. Geralmente são utilizados produtos rígidos no alicerce. Desta forma, os componentes utilizados nesta etapa estão de acordo, pois o Mactra 2000 combinado ao traço de cimento e areia média lavada (1:3) forma uma argamassa impermeável. Já o Mactraset é um cimento polimérico também indicado para o alicerce. Assim, a forma de aplicação e os componentes utilizados estão corretos.

### 4.2.2 Muro de arrimo

A fim de obter melhores resultados, a norma NBR 9575/2010 estabelece características específicas que a impermeabilização deve seguir. Segundo o Engenheiro Ercio Thomaz do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), muros de arrimo, ou de gravidade, reagem ao empuxo da terra por meio do seu peso próprio, havendo a necessidade de atrito com o terreno. A sobrepressão da água de chuva no tardo do muro é evitada mediante adequada drenagem, realizada normalmente por meio de barbacãs ou tubos de drenagem. Embora apresentem estrutura razoavelmente pesada, podem ocorrer fissuras no corpo do muro, em função de tensões desenvolvidas na superestrutura ou mesmo acomodações das fundações. Por esse motivo, havendo necessidade de impermeabilização, recomenda-se o emprego de sistemas flexíveis. Desta forma, os produtos utilizados na obra foram: Mactraset combinado ao Vedbem Piscina da Mactra que são cimentos poliméricos totalmente flexíveis, tela Vedatrinca que é um produto de poliéster flexível que proporciona elasticidade e pequenas movimentações, além disso, foi utilizado o Mactra 2000 que é uma argamassa impermeável. O componente flexível utilizado está correto (Mactraset + Vedbem + Tela). O sistema de drenagem não foi executado na obra.

### 4.2.3 Paredes Externas

Foi utilizado o mactra 2000 na altura de 60 cm que é um impermeabilizante rígido e hidrofugante que confere à argamassa normal a propriedade de repelir a água. Ele impede que as gotas fiquem pequenas o suficiente para penetrar os poros do concreto. Para reforçar esta impermeabilização, foi utilizado o Mactra Imperall

Premium que é um selador impermeável flexível na parede toda. Sendo assim, está correto o procedimento. No entanto, é necessário executar a construção de uma calçada de mínimo 50 cm em torno da casa para proteção das paredes para que o reboco não fique em contato direto com o solo.

#### **4.2.4 Paredes Internas**

No caso, também foi utilizado o mactra 2000 que é um impermeabilizante rígido e hidrofugante que confere à argamassa normal a propriedade de repelir a água. Ele impede que as gotas fiquem pequenas o suficiente para penetrar os poros do concreto. Foi aplicado até  $h = 60$  cm que é mais que suficiente para área interna.

#### **4.2.5 Áreas Molhadas – Banheiros**

De acordo com a NBR 9575/2010 a parte de solicitação imposta pela água de condensação e percolação deve ser impermeabilizada. No caso dos banheiros, o procedimento deve ser feito até o teto. O produto utilizado foi o Mactra 2000 adicionado à argamassa de reboco e de contrapiso. Assim, o banheiro está todo impermeabilizado. Como o banheiro não está localizado em pisos elevados, o impermeabilizante não precisa ser flexível.

#### **4.2.6 Áreas Molhadas – Lavanderia E Cozinha**

De acordo com a NBR 9575/2010 a parte de solicitação imposta pela água de percolação deve ser impermeabilizada. As áreas molhadas como lavanderia e cozinha devem ser impermeabilizadas. Os ambientes foram impermeabilizados com o Mactra 2000 adicionado à argamassa de reboco até o teto e contrapiso. Como esses ambientes não estão localizados em pisos elevados, o impermeabilizante não precisa ser flexível.

#### **4.2.7 Contrapiso E Rodapé**

De acordo com o Manual Técnico das empresas de produtos impermeabilizantes, a aplicação do impermeabilizante rígido, como foi o caso do produto utilizado Mactraset, em rodapés e contrapiso deve ser antes do reboco ser realizado, justamente para que a massa de reboco não entre em contato com o solo. Nesta obra, conforme a figura 15, o reboco já havia sido realizado, sendo assim, o produto perde sua eficiência. Primeiramente, o produto deveria ter sido passado diretamente no bloco, ou em cima de uma camada fina de argamassa que cobrisse

possíveis buracos nos blocos e no piso deveria ter sido passado em toda sua extensão e não somente a 30 cm, pois o piso a ser aplicado será de madeira.

#### **4.2.8 Varanda dos quartos – Piso**

Conforme exposto na descrição dos serviços realizados em obra, a varanda dos quartos não foi impermeabilizada. Conforme Manual Técnico das empresas de impermeabilizantes, as varandas descobertas devem ser impermeabilizadas, pois dependendo do piso que for colocado, poderá ocorrer o risco de manchar devido à umidade do solo, conforme NBR 9575/2010 e até mesmo ocorrer deslocamento cerâmico conforme publicado já pela revista PINI.

#### **4.2.9 Contrapiso caixa d'água**

O contrapiso da caixa d'água, onde encontra-se toda a tubulação que se origina do reservatório (barrilete) deve ser impermeabilizado com as mesmas especificações de uma laje, conforme especificações de Manuais Técnicos das empresas impermeabilizantes. O produto utilizado na obra foi um impermeabilizante rígido. Tratando-se de um ambiente elevado, a impermeabilização utilizada deveria ter sido flexível. Desta forma, o produto utilizado poderá até ajudar por um tempo, mas conforme as movimentações e dilatações da estrutura, ele perderá sua eficiência.

#### **4.2.10 Ralos**

O processo de impermeabilização do ralo realizado na obra está correto, mesmo que utilizado impermeabilizante rígido, já que não estão localizados em ambientes suspenso, e atende as recomendações das empresas fabricantes de impermeabilizantes e também recomendações da revista PINI.

### **5 CONCLUSÃO**

Durante o desenvolvimento do trabalho foi verificado que o projeto de impermeabilização é de fundamental importância quando se pensa em construção civil. Na história, desde o início das construções, a umidade tem sido um grande causador do aumento do custo de manutenção das edificações, podendo em alguns casos até condenar as estruturas. Durante o desenvolvimento do projeto de construção é fundamental incluir, além do projeto estrutural, elétrico e hidráulico, o projeto de impermeabilização.

Uma das grandes preocupações quando se fala de impermeabilização é o custo. Investir de dois a três por cento do valor total da obra em impermeabilização poupará futuros gastos com manutenção devido à umidade.

A escolha dos materiais e técnicas adequadas são fundamentais para garantir o sucesso da impermeabilização. O correto uso dos materiais garante economia na obra e adequada impermeabilização. O uso dos materiais depende da técnica correta de aplicação, o que deve ser orientado por um profissional com conhecimento técnico adequado. Neste ponto o papel do engenheiro civil é fundamental, por compreender a fundo a importância de cada passo no processo de aplicação das técnicas e por entender sobre as propriedades físicas e químicas dos materiais utilizados.

Quanto ao uso das técnicas adequadas, verificou-se que é fundamental o conhecimento, por parte do engenheiro, das normas técnicas que regulamentam a impermeabilização. Tal conhecimento apoia a decisão do engenheiro quanto à técnica a ser aplicada e garante ao consumidor que o projeto foi feito dentro das normas, o que gera confiança e tranquilidade a ambas as partes.

Outro ponto fundamental é a execução do projeto. Foi constatado que a mão de obra não tem o conhecimento sobre as técnicas de impermeabilização, e ainda por cima, são relutantes quanto ao uso de novos materiais e novas técnicas de aplicação. Geralmente o pedreiro “já sabe como fazer” e “qual material deve ser comprado”. Qualquer alteração passa a ser motivo para desconfiança. Neste ponto é que o trabalho do engenheiro também é fundamental. A mão de obra deve ser orientada quanto ao uso dos materiais e como aplicá-lo adequadamente. A etapa de impermeabilização deve, sem dúvida nenhuma, ser acompanhada de perto, garantindo o sucesso do trabalho.

Finalmente, para garantir a qualidade do trabalho executado, devem-se aplicar todos os testes descritos pela norma para verificar a eficácia da impermeabilização. Além disso, desde início do projeto até a conclusão da obra, devem ser devidamente documentadas garantindo ao cliente e ao engenheiro tranquilidade no futuro.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9575: Impermeabilização: Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9574: Execução de Impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575: Norma de Desempenho para Edificações Habitacionais de até Cinco Pavimentos. Rio de Janeiro, 2010.

AZEVEDO, Antônio Carvalho de. O Preço da Impermeabilização. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 8., São Paulo, setembro de 1993. p. 17-20.

FERREIRA, Romário. Como Impermeabilizar. Equipe de Obra. Pini, São Paulo: ano VIII, fev. 2012. Ed. 44.

HUSSEIN, Jasmim Sadika Mohamed. LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÕES DEVIDO À FALHA OU AUSÊNCIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO – PR. 2013. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

PICCHI, Flávio Augusto. Impermeabilização de coberturas. São Paulo: Pini, 1986.

POZZOLLI, Og. Impermeabilização – Relatório Especial: as primeiras obras de impermeabilização. Informe Técnico, O Empreiteiro, ago. 1991, p. 37-38.

REZENDE, Pedro Ivan Prado de. O prazo de garantia relativo à restauração do serviço de impermeabilização. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, outubro de 1991.

ZANOTTI, F; Impermeabilização. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, 1999.

COMO CONSTRUIR NA PRÁTICA – EQUIPE DE OBRA. Conhecendo os impermeabilizantes. Veja quais os impermeabilizantes mais utilizados e saiba qual produto é mais indicado para a sua obra. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/44/conhecendo-os-impermeabilizantesveja-quais-sao-os-sistemas-de-245388-1.aspx>. Acesso em: 17 Ago. 2016.

TÉCHNE. Como deve ser feita a impermeabilização de muros de arrimo em contato direto com o solo?. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/200/comodeve-ser-feita-a-impermeabilizacao-de-muros-de-arrimo-301228-1.aspx>>. Acesso em: 18 Ago. 2016.

TÉCHNE. Construtores debatem em São Paulo possíveis causas para o deslocamento cerâmico. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/200/comodeve-ser-feita-a-impermeabilizacao-de-muros-de-arrimo-301228-1.aspx>>. Acesso em: 18 Ago. 2016.

civil/obras/construtoresdebaterem-em-sao-paulo-possiveis-causas-para-o-deslocamento-372019-1.aspx> . Acesso em: 30 Set. 2016.

ARQUITETURA FIORENTINI S/C LTDA. Memorial Descritivo e Especificações de Obras. Disponível em: <<http://www.pbh.gov.br/smsa/hospitalmetropolitano/licitacao/pranchasememoriais/FASE%202/ARQUITETURA/memorial-obra.pdf>>. Acesso em: 02 Out. 2016.

TÉCHNE. Impermeabilização de boxe de banheiro. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/157/impermeabilizacao-de-boxe-de-banheiro-preparo-das-areas-criticas-285798-1.aspx>>. Acesso em: 02 Out. 2016.

COMO CONSTRUIR NA PRÁTICA – EQUIPE DE OBRA. Conheça os sistemas de impermeabilização de fundações diretas. Saiba como funcionam os sistemas de impermeabilização usados em elementos de fundação direta. Disponível em: <<http://equipedebra.pini.com.br/construcao-reforma/65/tratamento-de-fundacoes-saibacomo-funcionam-os-sistemas-de-300277-1.aspx>>. Acesso em: 03 Out. 2016.