

DIRETRIZES DE PROJETO E EXECUÇÃO DE LAJES EXPOSTAS PARA CUMPRIMENTO DOS REQUISITOS DE DESEMPENHO DE ESTANQUEIDADE E DURABILIDADE

DESIGN AND EXECUTION GUIDELINES OF EXPOSED SLABS TO FULFILL THE PERFORMANCE REQUIREMENTS OF WATERTIGHTNESS AND DURABILITY

 **Marcelo Fabiano Costella** ¹

 **Artur Schneider Zanotelli** ²

 **Elvira Maria Vieira Lantelme** ³

¹ Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, SC, Brasil, costella@unochapeco.edu.br

² Atitus Educação, Passo Fundo, RS, Brasil, arturszan@gmail.com

³ Atitus Educação, Passo Fundo, RS, Brasil, elvira.lantelme@atitus.edu.br

Resumo

Inadequações em projetos e a ausência ou má execução de sistemas de lajes expostas podem acarretar o surgimento precoce de manifestações patológicas em empreendimentos de construção. Assim, o objetivo deste artigo é propor diretrizes de projeto e execução de lajes expostas de coberturas utilizáveis que auxiliem no cumprimento dos requisitos de estanqueidade à água e durabilidade das NBR 9574, NBR 9575 e NBR 15575. O método de pesquisa utilizou a abordagem Design Science Research (DSR), no qual foram elaborados questionários para fabricantes e entrevistas estruturadas para projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização, no intuito de coletar informações de como profissionais qualificados buscam cumprir os requisitos normativos abordados. A partir da análise de conteúdo foi desenvolvido e validado o artefato denominado “diretrizes de projeto e execução de lajes expostas de coberturas utilizáveis para cumprimento dos requisitos de desempenho de estanqueidade e durabilidade”. Como resultado, foi constatado que há fabricantes que não cumprem totalmente a NBR 15575. Já os projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização ressaltaram a importância da eficiência do sistema de drenagem e a necessidade de solução específica para cada laje a ser impermeabilizada, além de outros detalhes discutidos no artigo. A principal contribuição da pesquisa é o desenvolvimento de um artefato que consiste em uma planilha eletrônica estruturada contendo as diretrizes que auxiliam projetistas e construtores no cumprimento dos requisitos de desempenho de estanqueidade à água e durabilidade para impermeabilização de lajes expostas de coberturas utilizáveis.

Palavras-chave: impermeabilização, NBR 9574, NBR 15575, vida útil, norma de desempenho.

Abstract

Inadequacies in design and the absence or poor execution of waterproofing of exposed slabs can lead to the early appearance of pathological manifestations. Therefore, the general objective of this study is to propose design and execution guidelines for exposed slabs that assist in fulfilling the watertightness and durability requirements of NBR 9574, NBR 9575, and NBR 15575. Through design science research (DSR), questionnaires and structured interviews were prepared and answered by manufacturers, designers, and builders of the waterproofing sector. The questions aimed to collect information on how qualified professionals seek to fulfil such requirements. Thus, it was possible to synthesize the data and develop the guidelines. Based on the content analysis, the artefact called “Design and execution guidelines for exposed slabs to meet the performance requirements of water tightness and durability” was developed and validated. It was found that some manufacturers are not entirely following NBR 15575. The designers and builders reported the importance of the efficiency of the drainage system and the need for a specific solution for each slab to be waterproofed, in addition to other items. Such data enabled the development of the proposed guidelines, inserted in an electronic spreadsheet, and is considered the research artefact. The main contribution of the research is the development of the artefact, containing the guidelines that assist designers and builders in complying with the performance requirements of water tightness and durability of NBR 9574, NBR 9575, and NBR 15575 for waterproofing exposed slabs.

Keywords: waterproofing, NBR 9574, NBR 15575, lifespan, performance standard.

Contribuição dos autores:

MFC: curadoria dos dados, análise formal, metodologia, supervisão, escrita - revisão e edição. **ASZ:** investigação, metodologia, escrita - rascunho original. **EMVL:** curadoria dos dados, análise formal, supervisão, escrita - revisão e edição.

Fomento: não houve fomento

Declaração de conflito: nada foi declarado.

Editores Responsáveis:

Regina Coeli Ruschel 

Reymard Savio Sampaio de Melo 

How to cite this article:

COSTELLA, M. F.; ZANOTELLI, A. S.; LANTELME, E. M. V. Diretrizes de projeto e execução de lajes expostas para cumprimento dos requisitos de desempenho de estanqueidade e durabilidade. **PARC Pesq. em Arquit. e Constr.**, Campinas, SP, v. 14, p. e023018, 2023. DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v14i00.8671074>

Submitted 22.09.2022 – Approved 22.06.2023 – Published 28.06.2023

e023018-1 | **PARC Pesq. em Arquit. e Constr.**, Campinas, SP, v. 14, p. e023018, 2023, ISSN 1980-6809



Introdução

Após estudos e atualizações de outras normas técnicas, em 2013, entrou em vigor, no Brasil, a norma técnica NBR 15575. Esta norma faz recomendações a respeito do desempenho mínimo dos empreendimentos habitacionais (HYBINER *et al.*, 2014), na qual há requisitos relacionados à estanqueidade à água da edificação, visto que sistemas de impermeabilização inadequados são responsáveis por desencadear uma série de manifestações patológicas (ABNT, 2021a; BANDARA, 2020; MYDIN; NAWI; MUNAAIM, 2017). Além dos seus requisitos e critérios específicos, a NBR 15575-1 (ABNT, 2021a), a NBR 15575-3 (ABNT, 2021b) e a NBR 15575-5 (ABNT, 2021c) também mencionam a necessidade de serem seguidas as recomendações das NBR 9575 (ABNT, 2010) e NBR 9574 (ABNT, 2008). A primeira diz respeito aos projetos de impermeabilização e a seleção de produtos e a segunda refere-se à execução de sistemas impermeabilizantes, as quais estão em processo de revisão.

Quanto às manifestações patológicas relacionadas à umidade em edificações, muitas costumam ser ocasionadas por infiltração de água em lajes expostas. Essas manifestações vão desde degradações do revestimento, com o surgimento de manchas, mofo e empolamentos, até o comprometimento de componentes estruturais, através da lixiviação do concreto e da corrosão da armadura (COSTA, 2008; RIGHI, 2009; RODRIGUES; PINHEIRO, 2021; SANTOS, 2018). Devido a essas consequências, é preferível que se trabalhe com a prevenção e não com medidas corretivas, as quais tendem a possuir um custo elevado em função da necessidade de retirada dos revestimentos para correção do sistema de impermeabilização. Tal prevenção deve ser feita com minimização dos erros cometidos em diferentes fases da construção: nos projetos, na execução e na manutenção (BRITO; PINTO; PINHEIRO, 2021; RIGHI, 2009).

Dos erros relacionados à falta de estanqueidade à água, tem-se a falta da elaboração de projetos específicos de impermeabilização. Isso se deve ao fato de que há construtoras que não sabem da existência de normas técnicas próprias para esse tipo de projeto, então não contratam esse serviço. Já algumas empresas prestadoras de serviços conhecem essas normas e, mesmo assim, não elaboram projetos de impermeabilização. Ainda, há casos em que, mesmo quando realizado, o projeto de impermeabilização não possui compatibilidade com os outros projetos da obra (CRUZ, 2003; LIMA, 2012).

A aplicação de produtos impermeabilizantes em lajes expostas de coberturas utilizáveis também é passível de erros, como escolha do produto inadequado, mão de obra não qualificada, proteção mecânica insuficiente e deficiência no sistema de drenagem, permitindo o acúmulo de água. Além disso, há erros que ocorrem após a execução, como perfurações nas áreas já impermeabilizadas (ALVES, 2013; MAGALHÃES *et al.*, 2019).

Outros intervenientes nos sistemas de impermeabilização são os fabricantes dos produtos. Eles encontram dificuldade em obter recomendações técnicas adequadas e fornecer dados precisos sobre seus produtos. Por exemplo, há fabricantes de mantas asfálticas que estabelecem a aderência dos produtos baseando-se no histórico de obras e na experiência do mercado. Isso ocorre pois não há especificações de métodos de ensaios a serem realizados. Aliada a essas barreiras, há, ainda, a possibilidade dos fabricantes, por influência de estratégias de *marketing*, tenderem a informar características de seus produtos superiores às de seus concorrentes (BASTOS, 2014; MENEZES, 2018).

Também é dever dos usuários das edificações zelar pela durabilidade dos sistemas de impermeabilização. Para isso, é preciso que as instruções de manutenção sejam informadas aos clientes finais no manual de uso, operação e manutenção da edificação (ABNT, 2021a; RODRIGUES; SOBRINHO JUNIOR; LIMA, 2016).

Conforme observado, a qualidade nos sistemas de impermeabilização de lajes expostas de coberturas utilizáveis é atingida somente quando todas as etapas envolvidas são feitas adequadamente. Isso inclui a elaboração de projetos, com a seleção dos produtos impermeabilizantes, assim como suas aplicações, visto que há diversos tipos de produtos oferecidos no mercado e com diferentes técnicas e recomendações de aplicação (BASTOS, 2014; FIGUEREDO; RINALDI; ABI-ACKEL, 2017; PINETTI, 2012).

A falta de medidas adequadas resulta no comprometimento da durabilidade desejada do sistema de impermeabilização. Com isso, há o surgimento de manifestações patológicas de forma precoce, incluindo a degradação de revestimentos e de elementos estruturais, os quais implicam em reformas e gastos financeiros que comprometem o conforto, a saúde e a segurança dos usuários (HENSHELL, 2016; MACEDO *et al.*, 2017; MORAES, 2002; SANTOS, 2018).

Dentre os requisitos de durabilidade, a NBR 15575, nas Partes 1, 3 e 5 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c), menciona os prazos de vida útil de projeto (VUP) mínimo, intermediário e superior dos sistemas impermeabilizantes. Esses prazos variam de acordo com o elemento ou o conjunto de elementos que é impermeabilizado. Nesse artigo o foco é a impermeabilização de lajes de áreas externas de coberturas utilizáveis, em que a VUP mínima a ser considerada é maior ou igual a 20 anos e a VUP superior é a partir de 30 anos (ABNT, 2021a). Porém, para a implementação desta norma na sua totalidade, há certa dificuldade, devido à sua extensão e complexidade (ABNT, 2021a; COSTELLA, 2018; PAGLIARI; COSTELLA; PILZ, 2018; SOUZA; KERN; TUTIKIAN, 2018). Ademais, de acordo com a coordenadora do comitê de revisão das normas de impermeabilização (PALUSSI, 2022), “as construtoras ainda não têm a cultura de contratar projeto de impermeabilização”.

Então, percebe-se que inadequações em projetos de impermeabilização de lajes expostas de coberturas utilizáveis, assim como inadequações em suas execuções, podem acarretar o surgimento precoce de manifestações patológicas. Como um dos objetivos da NBR 15575 (ABNT, 2021a) é estabelecer recomendações de desempenho, consequentemente evitando tais manifestações, percebe-se a necessidade do desenvolvimento de diretrizes que auxiliem os projetistas e construtores a atenderem os requisitos relacionados à estanqueidade à água e durabilidade de lajes expostas de coberturas utilizáveis.

As NBR 9574 (ABNT, 2008) e NBR 9575 (ABNT, 2010) também devem ser consideradas, visto que fornecem requisitos específicos para sistemas de impermeabilização, os quais incluem todos os tipos de edificação, não somente as habitacionais. Tais requisitos são complementares aos das NBR 15575-1 (ABNT, 2021a), NBR 15575-3 (ABNT, 2021b) e NBR 15575-5 (ABNT, 2021c) e outras normas técnicas relacionadas à disciplina abordada devem ser utilizadas. Por isso, o objetivo deste artigo é a elaboração de diretrizes de projeto e execução de lajes expostas de coberturas utilizáveis para cumprimento dos requisitos de desempenho de estanqueidade à água e durabilidade da NBR 9574 (ABNT, 2008), NBR 9575 (ABNT, 2010) e NBR 15575, Partes 1, 3 e 5 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c).

Fundamentação

Manifestações patológicas e seus mecanismos

O mecanismo de entrada de umidade em lajes expostas é a percolação da água por livre escoamento de água das chuvas ou de lavagem da laje. Para evitar a entrada da umidade é necessária a impermeabilização das lajes expostas (RIGHI, 2009).

As manifestações patológicas em construções são consequências negativas que surgem em sistemas construtivos que não são esperadas pelos profissionais responsáveis ou pelos usuários. No caso de lajes de concreto, diversos defeitos estão relacionados à infiltração de água, devido a falhas no sistema de impermeabilização (CONCEIÇÃO *et al.*, 2017; DULEEKA, 2015; SARMAN *et al.*, 2015), dentre as quais pode-se destacar a formação de estalactites de concreto, a corrosão de armaduras e o surgimento de trincas ou rachaduras em peças de concreto (DULEEKA, 2015; MACEDO *et al.*, 2017; MYDIN; NAWI; MUNAAIM, 2017; RODRIGUES; PINHEIRO, 2021; SANTOS, 2018).

Quanto à origem dos motivos causadores dessas patologias, podem advir do projeto, da execução ou da falta de manutenção. Os projetos de impermeabilização de lajes precisam indicar todas as informações necessárias, de forma detalhada, tais como a especificação da camada imprimadora e o caimento necessário no substrato. A escolha dos produtos pertencentes ao sistema impermeabilizante também precisa ser coerente com as situações em que serão submetidos, como movimentações, variações térmicas e compatibilizações químicas. A execução de sistemas de impermeabilização de lajes também pode apresentar falhas, tais como a execução de juntas entre elementos adjacentes, a impermeabilização sob substrato pulverulento e a execução em condições climáticas não adequadas para o tipo de sistema de impermeabilização empregado (BRITO; PINTO; PINHEIRO, 2021; CONCEIÇÃO *et al.*, 2017; DULEEKA, 2015; WALTER; LOPES; BRITO, 2003).

Desempenho

O conceito de desempenho de edificações é estudado desde a década de 1960 e pode ser definido como o comportamento em uso do edifício ao longo de sua vida útil (BLACHERE, 1967). Esse comportamento tem três diferentes níveis de objetivos a serem alcançados: segurança dos usuários, funcionalidades da edificação e requisitos estéticos e de privacidade do usuário (PREISER; VISCHER, 2005). Visando fomentar a preocupação com o desempenho de edificações, normas com requisitos voltados a essa área são desenvolvidas em vários países (BUKOWSKI, 2002; FOLIENSTE; LEICESTER; PHAM, 1998).

No Brasil, a NBR 15575, nas partes 1, 3 e 5 possuem requisitos para estanqueidade à água de lajes expostas de coberturas utilizáveis (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c). Os requisitos de durabilidade estão em todas as partes da norma, com enfoque na Parte 1. A parte 1 também esclarece as incumbências dos intervenientes. Esses, são divididos em quatro grupos: fornecedor, projetista, construtor (e incorporador) e usuário. Os projetistas devem definir a VUP e especificar o uso de materiais que atendam essa definição. Os fabricantes devem desenvolver produtos que tenham capacidade em atingir a VUP estabelecida. Ambos devem informar recomendações de manutenção para que a VUP estabelecida seja atingida. Os construtores devem fornecer aos usuários o manual de uso, operação e manutenção da edificação e considerar as especificações e os detalhes do projeto de impermeabilização, o emprego de produtos com qualidade previamente verificada e os procedimentos de execução previstos em normas técnicas e nos manuais técnicos dos fabricantes. Os usuários devem realizar manutenções de

acordo com o manual de uso, operação e manutenção do edifício e devem utilizar as áreas impermeabilizadas apenas como previsto em projeto (ABNT, 2021a).

Além dos requisitos e critérios referentes à estanqueidade de lajes descobertas que estão presentes na NBR 15575, é preciso cumprir recomendações de outras normas. Uma delas é a NBR 9575 – Impermeabilização – Seleção e projeto (ABNT, 2010). O objetivo da NBR 9575 é apresentar orientações para elaboração de projetos de impermeabilização, de forma que seja assegurada a estanqueidade do sistema impermeabilizado da edificação. Assim, são atingidos requisitos relacionados à segurança, salubridade e conforto dos usuários conforme as seguintes categorias: a) Responsabilidade técnica; b) Objetivos do projeto de impermeabilização; c) Compatibilização; d) Estudo preliminar; e) Projeto básico; f) Projeto executivo; g) Serviços complementares ao projeto executivo; h) Resistência do sistema de impermeabilização; i) Detalhes construtivos (importante ressaltar que a norma explicita 19 detalhes construtivos que devem ser especificados no projeto executivo).

A outra norma de impermeabilização é a NBR 9574 – Execução de impermeabilização (ABNT, 2008). A NBR 9574 prescreve como executar sistemas impermeabilizantes em edificações por meio de recomendações gerais para execução de todos os tipos de produtos impermeabilizantes e recomendações específicas para cada tipo. Essas recomendações são detalhadas nas diretrizes apresentadas ao final desse artigo.

Método de pesquisa

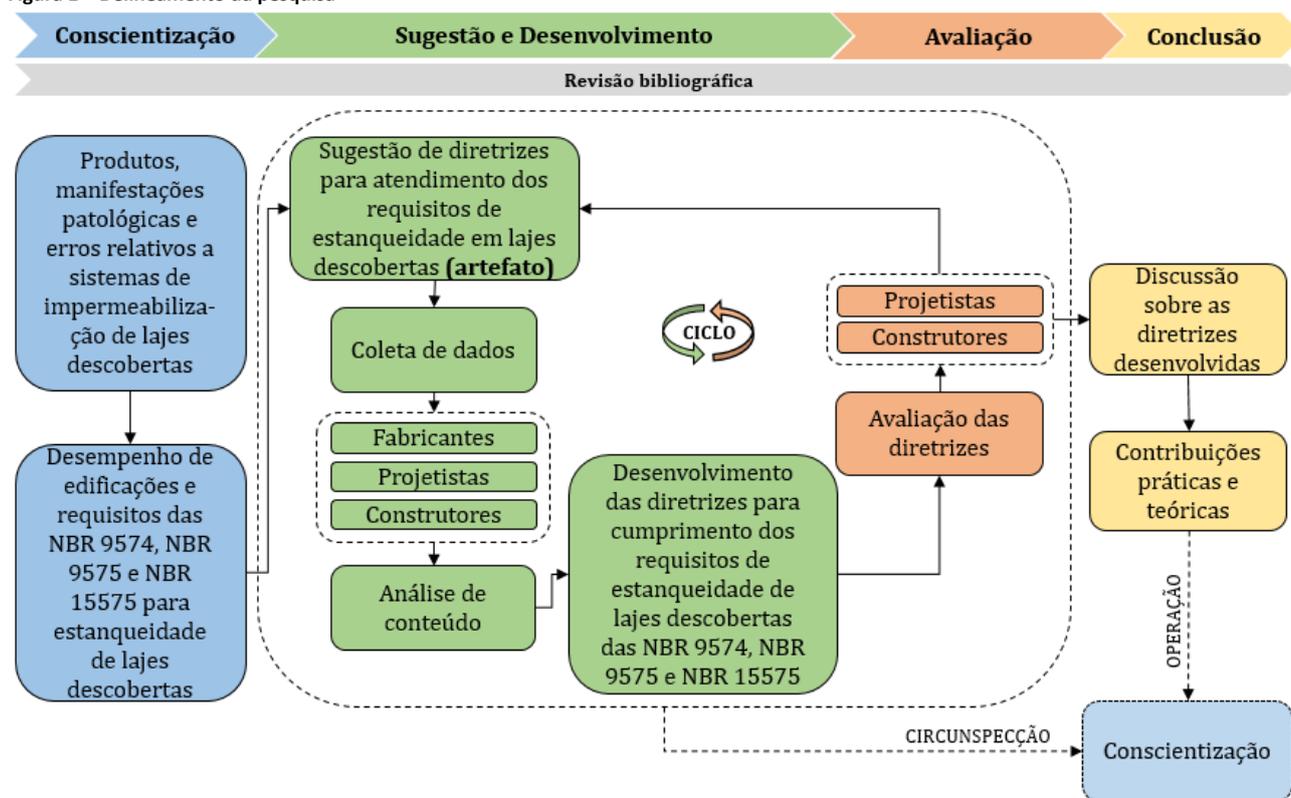
Como o objetivo desta pesquisa é apresentar um conjunto de diretrizes aplicáveis por profissionais, a estratégia escolhida foi a Design Science Research (DSR). Esse método de pesquisa resulta em um produto que atende a um propósito da sociedade, tendo sua utilidade avaliada, diferentemente de outras estratégias que buscam somente compreender as situações estudadas. O produto desenvolvido em um DSR também é conhecido como artefato (MARCH; SMITH, 1995; PEFFERS; TUUNANEN; NIEHAVES, 2018).

Lacerda *et al.* (2013) apresentaram diferentes formas de se conduzir uma pesquisa baseada na estratégia de DSR e seu delineamento é mostrado na Figura 1. A etapa de Conscientização consistiu na revisão da literatura acerca da temática de impermeabilização de lajes expostas de coberturas utilizáveis e sobre os requisitos de desempenho de estanqueidade à água e durabilidade nas normas estudadas. A fase de Sugestão consistiu na definição de um conjunto de diretrizes, as quais foram desenvolvidas por meio de coleta de dados com fabricantes, projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização. Isso permitiu o desenvolvimento da proposta final do artefato. Em seguida, foi realizada a avaliação do artefato com os projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização. Ao final, houve a discussão acerca das diretrizes e a definição das contribuições práticas e teóricas.

As técnicas utilizadas para a coleta de dados foi um questionário para os fabricantes, para facilitar o acesso aos respondentes, e entrevistas estruturadas com os projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização, com o intuito de discutir os diversos requisitos de desempenho de maneira estruturada¹.

¹ A pesquisa foi liberada de apreciação e aprovação ética pelo Comitê de Ética da Atitus Educação com base no art. 1 da resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

Figura 1 – Delineamento da pesquisa



Fonte: os autores.

Também foi utilizada a técnica de Análise de Conteúdo para análise das entrevistas estruturadas e desenvolvimento do artefato, a qual fornece rigor científico para o desenvolvimento dos resultados e, concomitantemente, permite flexibilidade para o autor interpretar e apresentar os dados de acordo com seu pensamento crítico (URQUIZA; MARQUES, 2021). A técnica consiste em três etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados e interpretação (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011). Na pré-análise as entrevistas foram analisadas, pois deveriam conter essas quatro características: exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência. Então, foi feita a leitura e foram elaborados os objetivos. A segunda etapa, exploração do material, abrangeu a codificação dos dados coletados com a transcrição dos textos, criando-se as unidades de registro e respectivas palavras-chave. Na terceira etapa, tratamento dos resultados e interpretação, os resultados desenvolvidos foram comparados, identificando-se as semelhanças e diferenças entre si com deduções a partir do cruzamento de dados em que se utilizou o pensamento crítico e de reflexão (PAIVA; OLIVEIRA; HILLESHEIM, 2021; URQUIZA; MARQUES, 2021).

A presente pesquisa, de acordo com o relatório emitido pelo CEP/IMED, baseado no Parágrafo Único da art. 1º da Resolução 510 (BRASIL, 2016), não necessitou ser avaliada pelo sistema CEP/CONEP porque se refere a “VII - pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito”. Em função da pandemia, todas as entrevistas foram realizadas *on-line*, de modo que as autorizações de compromisso de sigilo e de permissão de gravação da entrevista foram lidas, autorizadas e permanecem gravadas para registro.

Levantamento de dados dos fabricantes, projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização

Coleta de dados dos fabricantes

Visando realizar uma análise inicial do cenário do setor da impermeabilização, foram aplicados questionários para os fornecedores nacionais de produtos impermeabilizantes. Selecionou-se como respondentes todos os fabricantes associados ao Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI) e/ou à Associação de Engenharia de Impermeabilização (AEI).

O objetivo do questionário foi coletar informações a respeito dos tipos de produtos impermeabilizantes utilizados em lajes expostas de coberturas utilizáveis e dados relacionados ao cumprimento da NBR 15575, Partes 1, 3 e 5 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c), como capacidade do produto para atender a vida útil de projeto (VUP) mínima, prazos de garantia mínimos e fornecimento de planos de manutenção.

O questionário era composto de 5 questões: a) Qual tipo de produto impermeabilizante (por exemplo, manta asfáltica, argamassa polimérica, manta de PVC etc.) a empresa considera que é mais utilizado em lajes descobertas (lajes que recebem diretamente a água da chuva, seja de cobertura, de térreo, varandas, terraços, acessível, não acessível etc.); b) Qual o produto, específico da empresa, que é recomendado como principal solução para impermeabilizar lajes descobertas?; c) Qual o prazo de garantia desse produto? Como ele é informado aos clientes?; d) Esse produto possui capacidade para atingir uma vida útil de projeto (VUP) de 20 anos? Qual sua vida útil de referência (VUR)? Como elas são informadas aos clientes?; e) Existe algum plano de manutenção que a empresa oferece para os clientes que adquirem esse produto? Como essa informação é fornecida? (Plano de manutenção: Instruções de o que deve ser feito para que a vida útil informada seja atingida).

Coleta de dados dos projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização

Para coletar informações dos profissionais especialistas em projetos de impermeabilização de lajes expostas de coberturas utilizáveis foi realizado uma entrevista estruturada, abordando os requisitos da NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c). Para elaboração da entrevista foram analisados e selecionados todos os requisitos sobre impermeabilização de lajes expostas de coberturas utilizáveis presentes nas partes 1, 3 e 5 da NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c), além dos requisitos da NBR 9575 (ABNT, 2010). Para esses requisitos, foram formuladas perguntas que extraíssem dos participantes à maneira em que eles buscam atendê-los.

As questões aplicadas aos projetistas foram divididas em tópicos, de acordo com o assunto abordado, como a norma, NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c) e NBR 9575 (ABNT, 2010), e caracterização do profissional, VUP, considerações de projeto, entre outros. Assim, totalizaram-se 23 questões. Um fragmento do questionário é mostrado no Quadro 1.

Na sequência, foi solicitado ao Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI) o contato de 3 profissionais que fossem considerados de excelência nacional na elaboração de projetos de impermeabilização de lajes expostas de coberturas utilizáveis. Todos os três projetistas concordaram em participar da pesquisa, sendo que o primeiro entrevistado contribuiu por meio de uma entrevista piloto para adequação do questionário antes do início da coleta de dados.

Quadro 1 - Fragmento do questionário para projetistas

Caracterização do projetista	
Questão	Pergunta
1	Qual sua formação acadêmica (graduação, pós-graduação e especialização) e principal cidade de atuação?
Vida útil de projeto (VUP) - NBR 15575	
Questão	Pergunta
4	Geralmente, a VUP nos projetos de impermeabilização de lajes descobertas elaborados por você possui quantos anos e como você especifica esse valor?
Considerações de projeto - NBR 15575	
Questão	Pergunta
14	Quais normas e/ou manuais, além da NBR 15575, você utiliza para projetar sistemas de impermeabilização de lajes descobertas?
Considerações de projeto - NBR 9575	
Questão	Pergunta
17	Como você considera todos os tipos de carregamentos estáticos e dinâmicos que o sistema de impermeabilização deve resistir?

Fonte: os autores.

Para coletar dados de empresas especializadas em execução de impermeabilização, também foi solicitado ao IBI contatos de 3 profissionais recomendados para aplicação das entrevistas. O mesmo procedimento foi seguido, porém foram consideradas apenas os requisitos das normas NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c) e NBR 9574 (ABNT, 2008).

As questões mantiveram organização semelhante ao questionário para os projetistas. Foram divididas em tópicos, de acordo com a norma e o tema abordado. Foram aplicadas 17 questões, considerando a NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c) e NBR 9574 (ABNT, 2008), com tópicos sobre a caracterização do profissional, a VUP, itens complementares, processos executivos, entre outros. Uma fração representativa do questionário é apresentada pelo Quadro 2.

Quadro 2 - Fragmento do questionário para empresas especializadas em execução de impermeabilização

Caracterização do construtor	
Questão	Pergunta
2	Quanto de experiência a empresa tem na execução de sistemas de impermeabilização de lajes descobertas (tempo de experiência, área construída, cidades abrangidas etc.)?
Vida útil de projeto (VUP), garantia e manual do usuário - NBR 15575	
Questão	Pergunta
4	Como, no momento da execução do sistema de impermeabilização de lajes descobertas, busca-se utilizar materiais, técnicas e métodos que garantem a vida útil de projeto?
Complementos - NBR 15575	
Questão	Pergunta
10	Como a empresa realiza teste para comprovar a estanqueidade de lajes descobertas em que o serviço de impermeabilização foi executado, por exemplo, o teste da lâmina d'água recomendado na norma de desempenho?
Processo executivo geral - NBR 9574	
Questão	Pergunta
13	Como você realiza a preparação do substrato?

Fonte: os autores.

As entrevistas estruturadas foram aplicadas verbalmente e gravadas através de videoconferência, com durações que variaram entre 37 min e 1 h 33 min.

Desenvolvimento do artefato

O desenvolvimento do artefato foi realizado a partir da análise de conteúdo dos dados coletados por meio das entrevistas estruturadas aplicadas aos projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização. No primeiro passo, foi realizada as transcrições das entrevistas e foi definido o objetivo de coletar informações de como os profissionais especialistas em impermeabilização buscam atingir os requisitos de desempenho de estanqueidade à água e durabilidade das normas técnicas

consideradas. Ao ser realizada a pré-análise do conteúdo, foi considerado satisfatório o atendimento às quatro características necessárias. Todos os dados fornecidos pelos participantes da pesquisa foram analisados, satisfazendo a exaustividade. Os participantes eram profissionais especializados e experientes na área estudada. Os dados demonstraram situações gerais sobre o processo de elaboração de projetos e execução de impermeabilização de lajes descobertas, válidas para quaisquer edificações. Então foram asseguradas as características de representatividade e homogeneidade, respectivamente. A pertinência também é presente, visto que o objetivo de coletar informações de como especialistas em impermeabilização buscam cumprir os requisitos das normas técnicas.

No segundo passo, como as entrevistas estavam estruturadas em tópicos, aproveitou-se tal divisão para ser realizada a exploração do material. No terceiro passo, os resultados foram interpretados e sintetizados como diretrizes a partir das informações que os profissionais forneceram de como cumprem os requisitos normativos, as quais foram organizadas em uma planilha eletrônica, para que pudessem ser relacionadas com as respectivas recomendações técnicas de forma mais clara.

Avaliação

Para a avaliação do artefato foram enviadas mensagens para todos os projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização associados ao IBI e à AEI, que disponibilizaram o *e-mail* no site das instituições. Dessa forma, 11 projetistas e 22 empresas especializadas em execução de impermeabilização receberam o convite para participar da avaliação do artefato. Também foi solicitado auxílio à direção do IBI, para que enviassem mensagens aos associados estimulando os mesmos a realizarem a avaliação. As mensagens enviadas continham o artefato de projeto e execução desenvolvido, além do questionário de avaliação, apresentado no Quadro 3, com os constructos de utilidade (se refere ao potencial de utilização do artefato pelo profissional na prática) e facilidade de uso (se refere ao entendimento do artefato e se é de fácil utilização).

Quadro 3 - Questionário de avaliação do artefato

Constructo	Projetistas	Construtores
Utilidade	Quais contribuições as diretrizes forneceram para o desenvolvimento de projetos?	Quais contribuições as diretrizes forneceram para a aplicação de sistemas de impermeabilização?
	Quais contribuições às outras colunas da planilha eletrônica forneceram para o desenvolvimento de projetos?	Quais contribuições às outras colunas da planilha eletrônica forneceram para a aplicação de sistemas de impermeabilização?
	Há alguma sugestão para melhorar a utilidade da planilha eletrônica?	Há alguma sugestão para melhorar a utilidade da planilha eletrônica?
Facilidade de uso	Quais dificuldades encontradas durante a utilização da planilha eletrônica contendo as diretrizes?	Quais dificuldades encontradas durante a utilização da planilha eletrônica contendo as diretrizes?
	Há alguma sugestão para melhorar a facilidade de uso da planilha eletrônica?	Há alguma sugestão para melhorar a facilidade de uso da planilha eletrônica?

Fonte: os autores.

Após a resposta das questões avaliadoras pelos profissionais, os resultados foram compilados, e através dos *feedbacks* gerados, a avaliação do artefato foi concluída.

Resultados

Levantamento de dados dos fabricantes, projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização

Das 32 empresas fabricantes de produtos impermeabilizantes contatadas, 24 aceitaram participar da pesquisa, sendo que 18 fornecem produtos para lajes expostas de

coberturas utilizáveis. A primeira questão, referente a qual o produto mais utilizado para impermeabilizar lajes expostas de coberturas utilizáveis no Brasil, obteve 23 respostas e 1 abstenção. A manta asfáltica foi apontada por 16 empresas, ou seja, por 66,7%, sendo o material mais frequente. O segundo produto mais citado foi a manta líquida, com 6 respostas, correspondendo a 25,0%. Apenas 1 empresa (4,2%) informou a argamassa polimérica flexível.

As próximas questões foram respondidas apenas pelas 18 empresas que fornecem produtos impermeabilizantes para lajes expostas de coberturas utilizáveis. Quanto ao prazo de garantia desses materiais, 12 fabricantes (66,7%) fornecem 5 anos de prazo, sendo esse o valor mínimo determinado pela NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c). Enquanto 3 empresas (16,7%) informaram fornecer apenas 2 anos, descumprindo a norma de desempenho. Houve abstenção por 2 fabricantes (11,1%) e o último (5,5%) relatou fornecer prazos de 10 a 20 anos.

A capacidade do produto que os fabricantes recomendam para impermeabilizar lajes expostas de coberturas utilizáveis em atingir uma vida útil de projeto (VUP) mínima de 20 anos foi confirmada por 13 empresas (68,4%). Enquanto 2 (10,5%) relataram uma capacidade de 15 anos, 2 (10,5%) de 10 anos e outras 2 (10,5%) não responderam essa questão. Foram contabilizadas 19 respostas porque um dos fornecedores recomenda dois produtos, sendo ambos considerados. Com esses dados, percebe-se que apenas 68,4% dos produtos possuem capacidade para atingir a vida útil mínima em lajes que necessitam da quebra de revestimento para sua manutenção.

Por fim, quando questionadas sobre o plano de manutenção, 8 empresas (44,4%) informaram que possuem tal plano e sempre o fornece para seus clientes. Há 2 fabricantes (11,1%) que possuem o plano, mas fornecem apenas quando o cliente solicita e 8 empresas (44,4%) não possuem plano de manutenção.

Os 3 projetistas e as 3 empresas especializadas em execução de impermeabilização forneceram dados sobre como cumprem os requisitos de estanqueidade à água de lajes expostas de coberturas utilizáveis da NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c), além da NBR 9575 (ABNT, 2010) para projetistas e da NBR 9574 (ABNT, 2008) para empresas especializadas em execução de impermeabilização. Normalmente, todos projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização especificam e executam, respectivamente, os valores mínimos de VUP estabelecidos na norma de desempenho. Apenas quando há exigência do cliente, valores maiores são considerados. Os fatores que influenciam nessa decisão são a capacidade de investimento financeiro e de manutenção da laje.

Para determinar qual a VUP do sistema de impermeabilização, os projetistas utilizam o método fatorial disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI) que considera características do sistema de impermeabilização, a partir da vida útil de referência (VUR) fornecida pelo fabricante. Tal procedimento não é informado na NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c).

Quanto à NBR 9575, foi confirmada a divisão do projeto em 4 etapas de elaboração, como recomenda a norma. No estudo preliminar os projetistas apresentam ao contratante os possíveis produtos a serem utilizados no sistema de impermeabilização e uma estimativa de custo financeiro. Também acionam os outros projetistas caso seja identificada uma possível medida de compatibilização entre sistemas. No projeto preliminar, eles definem o sistema de impermeabilização, seus detalhamentos já são apresentados, com as respectivas medidas de compatibilização. Um orçamento mais preciso também é apresentado. Então, desenvolvem o projeto executivo e seus serviços

complementares: emitem o memorial descritivo, com apresentação dos processos para aplicação dos produtos, os equipamentos e ferramentas e pontos que requerem atenção especial.

Os detalhes construtivos são especificados no memorial descritivo, baseados nos dados técnicos fornecidos pelos fabricantes dos produtos impermeabilizantes, recomendações de normas e guias e na experiência profissional do projetista. São eles: inclinação da área impermeabilizada, encaixes em planos verticais, arremates e reforços em itens instalados no nível da impermeabilização, juntas de dilatação e impermeabilização em desvãos.

As medidas de manutenção dos sistemas de impermeabilização são planejadas pelos projetistas ainda em fase de elaboração do projeto. Também são averiguados quais são as cargas que o sistema deverá resistir. E, para realizar compatibilização entre projetos, são requeridas reuniões com os responsáveis e é possível terceirizar esse serviço.

Os projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização ressaltaram a necessidade de sempre ser realizado o teste de estanqueidade à água indicado na NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c). As empresas especializadas em execução de impermeabilização também informaram que o fornecimento de um projeto específico de impermeabilização é importante para ser atingido um desempenho adequado do sistema. Porém, há situações que os projetos não são elaborados.

As empresas especializadas em execução de impermeabilização informaram outros dados semelhantes aos dos projetistas, como a necessidade de ser analisado o sistema de drenagem, apesar de ele não pertencer ao sistema de impermeabilização. Também confirmaram que normalmente executam projetos de impermeabilização que especificam valores mínimos de VUP. Por fim, diversos detalhes executivos foram esclarecidos como comprimentos de arremates, formas de encaixes e locais que requerem reforço de impermeabilização.

Desenvolvimento do artefato

O artefato consiste em quatro planilhas (Apêndice) com estruturas semelhantes abordando diretrizes para as NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c), sendo duas para projetistas, abordando também a NBR 9575 (ABNT, 2010), e duas para empresas especializadas em execução de impermeabilização, abordando também a NBR 9574 (ABNT, 2008).

Na primeira e na segunda coluna das abas da planilha, respectivamente, é identificado e descrito o requisito resumido da norma técnica que está sendo abordado. A terceira coluna exibe a diretriz para que o respectivo requisito seja cumprido. A terceira coluna permite que o usuário opte por três opções, “Ok”, “Não ok” e “Ok com obs.”, para representar se o respectivo requisito foi cumprido ou não. As cores das letras dos requisitos variam de acordo com a opção selecionada, sendo verde para “Ok”, amarelo para “Ok com obs.” e vermelho para “Não ok”. Dessa forma, facilita-se a verificação do cumprimento de todas as orientações consideradas no arquivo. A última coluna possibilita ao usuário escrever alguma observação a respeito do requisito e/ou das diretrizes.

A Figura 2 apresenta um fragmento da planilha eletrônica, exibindo as quatro abas na parte inferior. Também são apresentadas as colunas e a lista suspensa de verificação.

Figura 2 - Fragmento do artefato exibindo as abas

Lista de verificação para projetos de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 15575				
Item	Requisito (resumido)	Diretrizes	Verificação	Obs.
6.6 (Parte 1)	Considerar outras normas técnicas nacionais e internacionais.	- Considerar outras normas técnicas da ABNT para elaborar o projeto de impermeabilização, além da NBR 15575. Sendo elas a NBR 9575, NBR 9574 e aquelas específicas do produto impermeabilizante, como a NBR 9952 para manta asfáltica.	OK	(Espaço para o profissional escrever suas observações)
		- Considerar os guias e manuais relacionados à impermeabilização de lajes fornecidos pelo IBI e CBIC.	NÃO OK	
		- Considerar as recomendações fornecidas pelos fabricantes dos prontos impermeabilizantes.	OK com OBS	
10.1 (Parte 1)	Considerar fontes externas e internas de	- Considerar intempéries da região (índice pluviométrico e umidade do ambiente) e o uso da laje (frequência de		
10.2.3 (Parte 1)	Evitar infiltração da água da chuva na ligação entre elementos.	- Detalhar como será a solução de estanqueidade na ligação entre elementos, como encontro de pisos e paredes.		
		- Quando há proteção mecânica, considerar que pontos de encontro de pisos e paredes normalmente são rejuntados. Então a água irá infiltrar na camada de proteção e a impermeabilização sob ela deve ser estanque.		
		- Assegurar que o sistema de drenagem seja eficiente, para evitar acúmulo de água nesses pontos.		

Fonte: os autores.

A aba que aborda a NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c) possui 54 diretrizes, divididas em 20 requisitos das partes 1, 3 e 5 da norma. Ao utilizar esta aba, espera-se que o profissional cumpra as recomendações normativas com maior facilidade, como: considerar outras normas técnicas, esclarecer maneiras de garantir a VUP estabelecida, determinar a realização de testes de estanqueidade à água e adotar detalhes de compatibilização entre projetos de interface. O Quadro 4 mostra um fragmento dessa aba.

Quadro 4 - Fragmento da aba da NBR 15575 para projetistas

Lista de verificação para projetos de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 15575				
Item	Requisito (resumido)	Diretrizes	Verificação	Obs.
10.1.4 (Parte 5)	b) Compatibilizar o projeto de impermeabilização com os outros projetos e	- Solicitar os projetos de outras disciplinas, para análise inicial dos detalhes a serem compatibilizados.		
		- Realizar reuniões com os projetistas, para alinhar os itens a serem compatibilizados.		
		- Considerar que o projeto de impermeabilização, normalmente, é que sofre alterações, já que os outros costumam ser mais limitados a modificações.		
		- Realizar compatibilização antes do início da obra. Caso contrário, alterações recomendadas podem não ser mais possíveis.		

Fonte: os autores.

No Quadro 5 é apresentada a planilha com os requisitos da NBR 9575 (ABNT, 2010) que possui 67 diretrizes, divididas em 28 requisitos. Com isso, profissionais do setor de impermeabilização podem utilizar a planilha e obter informações sobre como realizar a manutenção do sistema de impermeabilização de lajes expostas de coberturas utilizáveis, como considerar os diferentes tipos de carregamentos a serem resistidos e detalhes construtivos como inclinação da área horizontal e arredondamento de arestas.

No Quadro 6 é apresentada a planilha com as informações das empresas especializadas em execução de impermeabilização a respeito da NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c) contendo 20 diretrizes para 10 requisitos. Há itens que abordam medidas executivas que garantam a VUP estabelecida, realização de testes de estanqueidade à água, revisões dos projetos a serem executados, dentre outros.

Quadro 5 - Fragmento da aba da NBR 9575 para projetistas

Lista de verificação para projetos de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 9575				
Item	Requisito (resumido)	Diretrizes	Verificação	Obs.
6.2.1	Deixar o sistema de impermeabilização acessível, de forma que sua manutenção necessite a menor intervenção possível.	- Considerar que a manutenção do sistema de impermeabilização varia para cada situação, de acordo com o uso da laje.		
		- Decidir as medidas de manutenção em conjunto com os usuários.		
		- Quando permitido, utilizar sistemas expostos para evitar a necessidade de quebra de revestimentos para realizar a manutenção.		
		- Quando é necessária a proteção mecânica, utilizar sistema de impermeabilização com maiores durabilidades, visando reduzir a frequência em que o revestimento é quebrado.		
		- Planejar a manutenção de forma que não impossibilite a utilização do espaço.		
		- Considerar a solução de realizar quebra do revestimento de uma área parcial, realizar a manutenção e instalar o novo revestimento. Então, realizar o mesmo procedimento até concluir a manutenção na área total.		

Fonte: os autores.

Quadro 6 - Fragmento da aba da NBR 15575 para empresas especializadas em execução de impermeabilização

Lista de verificação para execução de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 15575				
Item	Requisito (resumido)	Diretrizes	Verificação	Obs.
Anexo D (Parte 1)	Fornecer um prazo de garantia mínimo de 5 anos para o serviço.	- Fornecer garantia maior ou igual a 5 anos, de acordo com negociação com o contratante.		
		- Considerar a possibilidade de o contratante desejar maior prazo de garantia, como de 15 anos, e solicitar atualização do projeto, quando necessário.		

Fonte: os autores.

Por fim, foi desenvolvida a aba para empresas especializadas em execução de impermeabilização contendo diretrizes da NBR 9574 (ABNT, 2008). Com formatação semelhante às anteriores, ela possui 91 diretrizes, divididas em 30 requisitos da norma. É a aba com a maior quantidade de conteúdo. As orientações abordam assuntos técnicos sobre como executar sistemas de impermeabilização de lajes expostas de coberturas utilizáveis. O Quadro 7 apresenta parte dessa aba.

Quadro 7 - Fragmento da aba da NBR 9574 para empresas especializadas em execução de impermeabilização

Lista de verificação para execução de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 9574				
Item	Requisito (resumido)	Diretrizes	Verificação	Obs.
5	b) Execução de detalhes construtivos de forma cuidadosa;	- Em detalhes construtivos, como ralos, rodapés, juntas e tubos atravessados na impermeabilização devem ser aplicadas impermeabilizações específicas.		
		- Em ralos, instalar manta asfáltica dupla, no formato "margarida". Preferencialmente, também aplicar poliuretano nas bordas de ralos para melhor vedação.		
		- Em itens passantes, garantir que estejam bem fixados, por exemplo, grauteados, para evitar que uma possível movimentação danifique a impermeabilização. Esse serviço é responsabilidade da equipe de instalações hidrossanitárias, mas deve ser conferido pela de impermeabilização.		
		- Em locais de rodapé, dobrar a quantidade de camadas de manta asfáltica. Para isso, instalar um arremate de 10 cm de manta asfáltica no plano vertical e outro arremate de 10 cm no plano horizontal. Caso a manta seja dupla, fazer dois arremates em cada plano.		
		- Em juntas de dilatação, aplicar um reforço que acompanhe a movimentação da estrutura. Também aplicar um cordão de poliuretano sobre as camadas de manta asfáltica.		

Fonte: os autores.

Avaliação

A avaliação do artefato foi realizada por 9 profissionais do setor da impermeabilização, sendo 6 projetistas e 3 empresas especializadas em execução de impermeabilização. A maioria dos projetistas considerou que o artefato possui contribuição para o desenvolvimento de projetos. Dois deles relataram que as orientações podem ser ainda mais úteis para projetistas com menor experiência profissional. Todos acrescentaram que as diretrizes fornecem orientações e soluções de como a etapa de desenvolvimento de projeto deve ser elaborada, enquanto as outras colunas das planilhas contribuem com a compatibilização de informações. Três projetistas consideraram não haver sugestões para melhorar a utilidade do artefato. Um sugeriu inserir itens que abordam o controle tecnológico dos produtos impermeabilizantes.

Não houve relatos de dificuldade em utilizar as planilhas, porém três projetistas esclareceram que as diretrizes não podem ser consideradas como soluções únicas e objetivas. Cada sistema de impermeabilização deve ser estudado, analisando possíveis orientações que não foram esclarecidas. Ademais, não sugeriram melhorias de utilização. Um projetista sugeriu a possibilidade de formatar cada diretriz em uma linha exclusiva da planilha, sem mesclarem. Outro, indicou que a planilha também poderia ter utilidade para profissionais fiscalizadores.

Todas as empresas especializadas em execução de impermeabilização relataram que o artefato possui contribuição ao apresentar diretrizes claras em relação aos requisitos das normas relacionadas aos sistemas de impermeabilização. Ainda, requisitos de difícil compreensão são esclarecidos em vários itens. Eles frisaram que as colunas de verificação facilitam consideravelmente a utilização da planilha, porque é possível ter um controle visual dos itens atendidos e aqueles que ainda faltam ser considerados.

Foi sugerida a inclusão de uma opção de “não aplicável” na lista suspensa de verificação, já que alguns requisitos podem não ser aplicáveis a todas as situações, além da adoção de um gráfico de controle informando o andamento de atendimento dos itens. Não foram encontradas dificuldades a respeito da utilização das planilhas. Uma das empresas especializadas em execução de impermeabilização sugeriu uma formatação visual mais atraente, além do desenvolvimento de uma planilha mais compacta, tendo a mão de obra como público-alvo. Outro sugeriu apresentação mais clara de qual profissional deve cumprir cada atribuição, projetista, construtor ou contratante. Assim como os projetistas, houve relato de que o artefato pode ter maior contribuição para profissionais com menor tempo de atuação no mercado de trabalho.

Discussão

Os primeiros dados coletados na pesquisa, através de aplicação de questionário, quantificaram o cumprimento dos requisitos da NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c) sobre estanqueidade à água de lajes expostas de coberturas utilizáveis pelos fabricantes de produtos impermeabilizantes. Percebe-se que há produtos disponibilizados que não atendem recomendações relacionadas ao prazo de garantia, capacidade de vida útil e plano de manutenção. Com isso, pode ser dificultada a correta seleção desses materiais, fator essencial para ser atingido um desempenho adequado, segundo Righi (2009), Lima (2012) e Bastos (2014).

Diferentemente dos questionários aplicados aos fabricantes, os elaborados para projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização não almejam quantificar o cumprimento da norma de desempenho, mas buscar soluções. Tem-se como referência estudos que também propuseram soluções aos erros de

impermeabilização apresentados, tais como Alves (2013), Rodrigues, Sobrinho Junior e Lima (2016) e Conceição *et al.* (2017). Dentre diversas abordagens, destaca-se a constatação de que os projetistas, normalmente, estabelecem a VUP do sistema de impermeabilização de lajes expostas de coberturas utilizáveis com valores mínimos, definida através de um método fatorial do IBI. Os detalhes construtivos são especificados no memorial descritivo, baseados nos dados técnicos fornecidos pelos fabricantes dos produtos impermeabilizantes, recomendações de normas e guias e na experiência profissional do projetista.

As empresas especializadas em execução de impermeabilização relataram que para atingir o desempenho desejado é necessário um projeto de impermeabilização com detalhamentos de execução adequados. A necessidade dessa integração também é apontada por Lima (2012), Duleeka (2015) e Conceição *et al.* (2017). O projeto deve estar de acordo com as normas técnicas, fornecendo a maior quantidade possível de detalhamentos para o método executivo e compatibilizado com os projetos de outras disciplinas. Assim, as empresas especializadas em execução de impermeabilização possuem uma fonte confiável de informações específicas para cada serviço, visto que cada situação exige uma solução própria.

A partir de respostas semelhantes de projetistas e empresas, especializadas em execução de impermeabilização, foi percebido que ambos analisam cada situação de forma específica para decidirem por melhores soluções. Os dois grupos também frisaram a importância de um sistema de drenagem eficiente e confirmaram que sempre deve haver a realização dos testes de estanqueidade à água.

Conclusão

Foi constatado que os produtos impermeabilizantes disponibilizados para lajes expostas de coberturas utilizáveis não estão totalmente adequados aos requisitos da NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c) considerados. Nesse cenário, percebe-se que os projetistas de impermeabilização são os principais intervenientes que devem cumprir os requisitos das normas técnicas abordadas neste trabalho. Cabe a esses profissionais a análise dos dados e a seleção dos produtos considerados adequados. Os projetistas também podem fornecer a maior parte dos detalhamentos executivos de como o sistema de impermeabilização deve ser aplicado. O construtor ao executar o projeto estaria, conseqüentemente, cumprindo os requisitos normativos. Restando apenas algumas recomendações específicas, como utilização de equipamentos e ferramentas.

Analisando as respostas dos profissionais entrevistados, destaca-se a importância do sistema de drenagem de interface. É essencial que ele seja eficiente, reduzindo ao máximo o acúmulo de água. Todos os projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização frisaram este ponto em diversas questões aplicadas. Eles também informaram que seus serviços, majoritariamente, consideram a vida útil de projeto com valor mínimo recomendado pela NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c). Através das respostas e das avaliações, se ressalta que as soluções para os sistemas de impermeabilização de lajes expostas de coberturas utilizáveis são específicas para cada situação. Os projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização, respectivamente, são incumbidos de desenvolver projetos e utilizar métodos construtivos característicos para cada edificação analisada.

Quanto às contribuições da pesquisa, tem-se, principalmente, a disponibilidade de diretrizes de projeto e execução para o cumprimento dos requisitos de estanqueidade à águas de lajes expostas de coberturas utilizáveis das NBR 9574 (ABNT, 2008), NBR

9575 (ABNT, 2010) e NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c). Tais diretrizes, inseridas em planilha eletrônica, consideram a vivência profissional de projetistas e empresas especializadas em execução de impermeabilização qualificados. Ainda, há a funcionalidade disponibilizada por outras colunas da planilha. Entende-se que esse artefato pode contribuir para a redução das manifestações patológicas ocasionadas devido a erros no sistema de impermeabilização de lajes expostas de coberturas utilizáveis.

Para formular essas diretrizes, ao longo da pesquisa, foram providas outras contribuições. Uma delas é a compatibilidade dos dados técnicos fornecidos pelos fabricantes de produtos impermeabilizantes do Brasil com a NBR 15575 (ABNT, 2021a; ABNT, 2021b; ABNT, 2021c). Também é esclarecido como projetistas e construtores de impermeabilização com experiências profissionais e recomendações relevantes cumprem os requisitos considerados. A confirmação da manta asfáltica como produto impermeabilizante mais utilizado em lajes expostas de coberturas utilizáveis, também são colaborações providas na pesquisa. Por fim, destacou-se a importância de um projeto de drenagem eficiente, a predominante consideração da VUP mínima em projetos e execuções, além da necessidade de solução específica para cada sistema de impermeabilização de laje descoberta.

Quanto ao impacto da revisão das NBR 9574 (ABNT, 2008) e NBR 9575 (ABNT, 2010) (em andamento em 2023), existe a tendência de acréscimos de especificações de projeto e na etapa de execução, porém muitas já estão contidas nas diretrizes em função dos entrevistados terem respondido com base na vivência prática e não somente no que está escrito nas NBRs. Assim, a maioria das recomendações do artefato poderão ser utilizadas. Mesmo assim, algumas informações novas deverão ser acrescentadas pelos usuários na planilha eletrônica das diretrizes a partir da publicação da nova versão da NBR 9574 e da NBR 9575.

Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574**: Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. 14 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: Impermeabilização: Seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. 14 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2021a. 48 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021b. 45 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para os sistemas de cobertura. Rio de Janeiro: ABNT, 2021c. 6 p.

ALVES, J. A. R. L. 2012, 91 f. **Impermeabilização e isolamento térmico de coberturas em terraço, sistemas construtivos e patologias**. 2013. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Área Departamental de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.21/2182>. Acesso em 20 jan. 2023.

BANDARA, I. K. A. **Critical evaluation on waterproofing practices in the industry**. 2020. Dissertação (Mestrado) - Department of Mechanical Engineering, University of Moratuwa, Moratuwa, 2020. Disponível em: <http://dl.lib.uom.lk/bitstream/handle/123/16769/TH4238-1.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 fev. 2023.

COSTELLA, M. F.; ZANOTELLI, A. S.; LANTELME, E. M. V.

Diretrizes de projeto e execução de lajes expostas para cumprimento dos requisitos de desempenho de estanqueidade e durabilidade

BASTOS, L. F. B. F. **Análise comparativa de sistemas de impermeabilização**. 2014. 80 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2014. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/38554/1/Analise%20comparativa%20de%20sistemas%20de%20impermeabilizacao.pdf>. Acesso em 17 fev. 2023.

BLACHERE, G. **Saber construir: habitabilidad, durabilidad, economía de los edificios**. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1967. 307 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016**. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 maio 2016. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

BRITO, A. V.; PINTO, F. R.; PINHEIRO, E. C. N. M. The importance of waterproofing structural parts of a building. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 8, n. 6, p. 264-268, Jun. 2021. Disponível em: https://ijaers.com/uploads/issue_files/32IJAERS-06202123-TheImportance.pdf. Acesso em 10 mar. 2023.

BUKOWSKI, R. W. The role of standards in a performance-based building regulatory system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERFORMANCE-BASED CODES AND FIRE SAFETY DESIGN METHODS, 4., 2002, Melbourne. **Proceedings [...]** Melbourne: NIST, 2002. Disponível em: https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=861116. Acesso em: 20 mar. 2023.

CONCEIÇÃO, J.; POÇA, B.; BRITO, J.; FLORES-COLEN, I.; CASTELO, A. Inspection, Diagnosis, and Rehabilitation System for Flat Roofs. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 31, n. 6, Dec. 2017. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0001094](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001094).

COSTA, L. L. **O uso de argamassas tradicionais e pré-doseadas para impermeabilização em revestimentos exteriores**. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2008. Disponível em: https://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/195/1/msc_llcosta.pdf. Acesso em: 25 fev. 2023.

COSTELLA, M. F. **Norma de desempenho de edificações: modelo de aplicação em construtoras**. Curitiba: Appris, 2018. 203 p.

CRUZ, J. H. P. **Manifestações patológicas de impermeabilizações com uso de sistema não aderido de mantas asfálticas: Avaliação e análise com auxílio de sistema multimídia**. 2003. 168 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3763/000392503.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 abr. 2023.

DULEEKA, K. P. **Study on waterproofing methods of roof top slabs**. 2015. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Department of Civil Engineering, University of Moratuwa, Moratuwa, 2015. Disponível em: <http://dl.lib.uom.lk/handle/123/11386>. Acesso em 15 abr. 2023.

FIGUEREDO, V. S.; RINALDI, V. S.; ABI-ACKEL, E. Impermeabilização com manta asfáltica de uma laje plana de cobertura. **Construindo**, v. 9, n. 3, p. 62-72, jul. 2017. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/4695>. Acesso em: 01 set. 2022

FOLIENSTE, G. C.; LEICESTER, R. H.; PHAM, L. **Development of the CIB Proactive Program on Performance Based Building Codes and Standards: BCE Doc 98/232** Ottawa: International Council for Research and Innovation in Building and Construction, 1998. 71 p.

HENSHELL, J. Introduction. In: HENSHELL, John (orgs). **The manual of below-grade waterproofing**. 2. ed. New York: Routledge, 2016. cap. 1, p. 1-12.

COSTELLA, M. F.; ZANOTELLI, A. S.; LANTELME, E. M. V.

Diretrizes de projeto e execução de lajes expostas para cumprimento dos requisitos de desempenho de estanqueidade e durabilidade

HYBINER, J. M. B. M.; TIBIRIÇÁ, A. C. G.; CARVALHO, A. W. B.; MURAT, M. G.; HOSKEN, C. O uso da NBR 15575: 2013 na avaliação técnico-constructiva de um conjunto habitacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais [...]** Porto Alegre: ANTAC, 2014.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Design science research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, Ago. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>.

LIMA, J. L. A. **Processo integrado de projeto, aquisição e execução de sistemas de impermeabilização em edifícios residenciais**: diagnóstico e proposição de melhorias de gestão. 2012. 143 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial) - Programa de Pós-graduação em Gestão e Tecnologia Industrial, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, 2012. Disponível em: <http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/handle/fieb/807>. Acesso em: 01 set. 2022.

MACEDO, J. V.; BATISTA, P.; LOPES, P.; SOUZA, R.; MONTEIRO, E. Manifestações patológicas causadas pela umidade devido à falha ou ausência de impermeabilização. Arquivos. Estudo de caso. **Anais da Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas**, São Paulo, v. 1, n. 1, ago. 2017. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/CONPAR/article/view/657>. Acesso em 12 abr. 2023.

MAGALHÃES, R. A. B.; ASSUNÇÃO, R. F.; SILVA, L. S.; FERREIRA, M. S.; ASSUNÇÃO, W. R. Estudo de caso de patologias causadas pela umidade face a inexistência de implantação do sistema de impermeabilização nas garagens do 1º e 2º subsolo de um edifício residencial multifamiliar de múltiplos pavimentos em Belém/PA. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 9, p. 59-76, jan. 2019.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on Information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, n. 4, p. 251-266, Dec. 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)00041-2](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2).

MENEZES, M. Influência da umidade do substrato na aderência de sistema de impermeabilização com manta asfáltica aderida à maçarico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 15., 2018, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 2018.

MORAES, C. R. K. **Impermeabilização em lajes de cobertura**: Levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre. 2002. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/2708>. Acesso em: 10 dez. 2022.

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: potencial e desafios. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 4, p. 731-747, jul. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-65552011000400010>.

MYDIN, M. A. O.; NAWI, M. N. M.; MUNAAIM, M. A. C. Assessment of waterproofing failures in concrete buildings and structures. **Malaysian Construction Research Journal**, Special Issue, v. 2, n. 2, p. 166-179, Nov. 2017. Disponível em: <https://www.cream.my/usr/product.aspx?pgid=88&id=15&grpId=12&lang=en>. Acesso em 27 abr. 2023.

PAGLIARI, C. S.; COSTELLA, M. F.; PILZ, S. E. Especificação da vida útil dos sistemas construtivos a partir da NBR 15575, segundo a abordagem de projetos. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 9, n. 1, p. 47-56, 2018. DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v9i1.8648828>

PAIVA, A. B.; OLIVEIRA, G. S.; HILLESHEIM, M. C. P. Análise de conteúdo: uma técnica de pesquisa qualitativa. **Revista Prisma**, v. 2, n. 1, p. 16-33, dez. 2021. Disponível em: <https://revistaprisma.emnuvens.com.br/prisma/article/view/40>. Acesso em: 09 nov. 2022.

PALUSSI, C. Projetos de impermeabilização. [Entrevista cedida a] Melina Silva, Rio de Janeiro, 26 maio 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=N-Ak77O3Urs>. Acesso em 20 dez. 2023.

COSTELLA, M. F.; ZANOTELLI, A. S.; LANTELME, E. M. V.

Diretrizes de projeto e execução de lajes expostas para cumprimento dos requisitos de desempenho de estanqueidade e durabilidade

PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; NIEHAVES, B. Design science research genres: introduction to the special issue on exemplars and criteria for applicable design science research. **European Journal of Information Systems**, v. 27, n. 2, p. 129-139, Apr. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/0960085X.2018.1458066>.

PINETTI, C. C. H. **Impermeabilização em lajes de cobertura**: análise da execução com sistema flexível de manta asfáltica. 2012. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialidade em Construções Civis: Excelência Construtiva e Anomalias) - Programa de Pós-graduação Lato Sensu, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://dspace.mackenzie.br/handle/10899/213>. Acesso em 20 nov. 2022.

PREISER, W. F. E., VISCHER, J. C. Performance levels: A hierarchy of users' needs and priorities. In: PREISER, Wolfgang; VISCHER, Jacqueline (ed.). **Assessing Building Performance**. Burlington: Elsevier, 2005. p. 5-7.

RIGHI, G. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização**: patologias, prevenções e correções - análise de casos. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/7741>. Acesso em: 20 jan. 2023.

RODRIGUES, L. C.; PINHEIRO, E. C. N. M. Manifestações patológicas causadas pela falha de impermeabilização em uma laje de concreto armado: Estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p. 110915-110929, dez. 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n12-055>.

RODRIGUES, R. M.; SOBRINHO JUNIOR, A. S.; LIMA, E. E. P. Erros, diagnósticos e soluções de impermeabilização na construção civil. **InterScientia**, v. 4, n. 2, p. 19-33, nov. 2016. Disponível em: <https://periodicos.unipe.br/index.php/interscientia/article/view/513>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SANTOS, J. A. B. Manifestações patológicas nas edificações: Análise de suas ocorrências em relação ao projeto de impermeabilização. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 15., 2018, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 2018.

SARMAN, A. M.; NAWI, M. N. M.; CHE-ANI, A. I.; MAZLAN, E. M. Concrete flat roof defects in equatorial climates. **International Journal of Applied Engineering Research**, v. 10, n. 3, p. 7319-7324, Jan. 2015. Disponível em: <https://repo.uum.edu.my/id/eprint/14029>. Acesso em: 14 out. 2022.

SOUZA, J. L. P.; KERN, A. P.; TUTIKIAN, B. F. Análise quantitativa da norma de desempenho (NBR nº 15575/2013) e principais desafios da implantação do nível superior em edificação residencial de multipavimentos. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 13, n. 1, p. 127-144, fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.11606/gtp.v13i1.133842>.

URQUIZA, M.; MARQUES, D. B. **Análise de conteúdo na comunicação organizacional**: teoria e prática. Joinville: Clube de Autores, 2021. 60 p.

WALTER, A.; LOPES, G.; BRITO, J. Impermeabilização de coberturas em terraço: Anomalias devidas a erros de concepção. In: ENCONTRO SOBRE PATOLOGIAS E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1., 2003, Porto. **Anais [...]** Porto: FEUP, 2003.

Apêndice

Resumo das diretrizes de projeto e execução de lajes expostas de coberturas utilizáveis para cumprimento dos requisitos de desempenho de estanqueidade à água e durabilidade, divididos em quatro Quadros:

Quadro A1 - Lista de verificação para projetos de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 15575

Lista de verificação para projetos de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 15575		
Item	Requisito (resumido)	Diretrizes
6.6 (Parte 1)	Considerar outras normas técnicas nacionais e internacionais.	- Considerar outras normas técnicas da ABNT para elaborar o projeto de impermeabilização, além da NBR 15575. Sendo elas a NBR 9575, NBR 9574 e aquelas específicas do produto impermeabilizante, como a NBR 9952 para manta asfáltica.
		- Considerar os guias e manuais relacionados à impermeabilização de lajes fornecidos pelo IBI e CBIC. - Considerar as recomendações fornecidas pelos fabricantes dos produtos impermeabilizantes.
10.1 (Parte 1)	Considerar fontes externas e internas de umidade.	- Considerar intempéries da região (índice pluviométrico e umidade do ambiente) e o uso da laje (frequência de lavagem com água e possíveis ocorrências de lâmina e/ou vapor d'água).
10.2.3 (Parte 1)	Evitar infiltração da água da chuva na ligação entre elementos.	- Detalhar como será a solução de estanqueidade na ligação entre elementos, como encontro de pisos e paredes. - Quando há proteção mecânica, considerar que pontos de encontro de pisos e paredes normalmente são rejuntados. Então a água irá infiltrar na camada de proteção e a impermeabilização sob ela deve ser estanque. - Assegurar que o sistema de drenagem seja eficiente, para evitar acúmulo de água nesses pontos.
		- Basear-se na Tabela C.6 da NBR 15575 - Parte 1 para definir os valores de vida útil de projeto. - Definir juntamente com o cliente se a VUP será a mínima ou terá algum valor superior, considerando fatores socioeconômicos e a capacidade de manutenção da obra. - Considerar que os valores mínimos de VUP normalmente são definidos em edificações de padrões menores e que possui menores dificuldades para realizar manutenção no sistema de impermeabilização. - Considerar que os valores superiores de VUP normalmente são definidos em edificações de padrões superiores e que possuem maiores dificuldades para realizar manutenção do sistema de impermeabilização. - Especificar valores superiores de VUP somente quando existir confiança que a empresa construtora conseguirá executar o sistema de impermeabilização como especificado em projeto. - Utilizar o método fatorial disponibilizado pelo IBI para calcular o valor final da VUP, a partir da VUR disponibilizada pelo fabricante do produto impermeabilizante. - Alterar os coeficientes que influenciam no valor final da VUP, a partir do método fatorial. Exemplo: Utilizar duas camadas de manta asfáltica, em vez de camada única, para elevar o desempenho. - Especificar medidas de manutenção para que a VUP seja garantida. - Considerar que cada situação possui sua própria forma de realizar manutenção. - Considerar se há proteção mecânica sobre o sistema de impermeabilização, porque ele pode garantir maior durabilidade e modificar as medidas de manutenção. - Considerar o uso da laje, visto que a forma que ela será usada influenciará nas medidas de manutenção. Exemplo: Lajes técnicas, requerem maior frequência de inspeção e manutenção, já que a passagem de equipamentos pode danificar o sistema de impermeabilização. - Considerar recomendações de manutenção dos fabricantes dos produtos impermeabilizantes. - Considerar recomendações do guia Diretrizes para elaboração do Manual de uso, operação e manutenção de impermeabilização, disponibilizado pelo IBI.
Anexo C (Parte 1)	Definir e garantir VUP mínima de 8 e 20 anos, de acordo com a laje.	- Especificar materiais e produtos que atendam a VUP de acordo com a necessidade da obra. Eles variam para cada situação e os fatores que influenciam são: intensidade do trânsito sobre o sistema de impermeabilização, informações fornecidas pelos fabricantes, frequência dos serviços de manutenção e custos financeiros. - Disponibilizar essas informações no memorial descritivo. - Não estabelecer o mesmo processo executivo para diferentes produtos impermeabilizantes.
	Especificar o uso de materiais e produtos que atendam a VUP.	- Estabelecer no memorial descritivo a necessidade de ser realizado o teste de lâmina d'água recomendado na NBR 15575. - Estabelecer, quando possível, testes complementares, como o Holiday Detector.
10.4.1 (Parte 3)	Estabelecer a realização do teste de estanqueidade da lâmina d'água ...	- Não fornecer garantia específica contra proliferação de microrganismos. - Considerar que com projetos, execuções e manutenções adequadas, esse fenômeno é evitado. - Considerar que algumas das medidas que evitam tal proliferação são impedimento de acúmulo de água prolongado e higienização periódica.
10.1 (Parte 5)	Impedir a formação de umidade e a proliferação de microrganismos.	- Considerar o sistema de drenagem de água em todos os detalhamentos do projeto de impermeabilização. As características a serem consideradas são: quantidade e posição dos pontos de coleta de água, área de captação e declividade da laje. - Realizar trabalho conjunto com o projetista de instalações hidrossanitárias, buscando compatibilização entre o sistema de impermeabilização e o de drenagem. - Buscar soluções que não permitam o acúmulo de água prolongado sobre o sistema de impermeabilização. - Quando há proteção mecânica, considerar drenagem sobre e sob essa camada.
10.1.4 (Parte 5)	Definir sistema de drenagem pluvial para impedir o acúmulo de água, ... Para isso, seguir as seguintes premissas de projeto:	

COSTELLA, M. F.; ZANOTELLI, A. S.; LANTELME, E. M. V.

Diretrizes de projeto e execução de lajes expostas para cumprimento dos requisitos de desempenho de estanqueidade e durabilidade

Lista de verificação para projetos de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 15575		
Item	Requisito (resumido)	Diretrizes
	a) Avaliar a capacidade do sistema de captar e drenar a água..;	- Considerar responsabilidade do projetista de instalações hidrossanitárias, supervisionando suas determinações.
	b) Compatibilizar o projeto de impermeabilização com os outros projetos e	- Solicitar os projetos de outras disciplinas, para análise inicial dos detalhes a serem compatibilizados.
		- Realizar reuniões com os projetistas, para alinhar os itens a serem compatibilizados.
		- Considerar que o projeto de impermeabilização, normalmente, é que sofre alterações, já que os outros costumam ser mais limitados a modificações.
	- Realizar compatibilização antes do início da obra. Caso contrário, alterações recomendadas podem não ser mais possíveis.	
	c) ... elementos que dissipem a água da chuva.	- Considerar responsabilidade do projetista de instalações hidrossanitárias, supervisionando suas determinações.
10.1.5.1 (P. 5)	Realizar memorial para execução...	- Disponibilizar memorial descritivo para que a empresa construtora aplique adequadamente o sistema de impermeabilização.

Fonte: os autores.

Quadro A2 - Lista de verificação para projetos de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 9575

Lista de verificação para projetos de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 9575		
Item	Requisito (resumido)	Diretrizes
6.1	Ser legalmente habilitado ...	- Emitir Anotação ou Registro de Responsabilidade Técnica para o projeto de impermeabilização para ser considerado legalmente habilitado.
6.2.1	Deixar o sistema de impermeabilização acessível, de forma que sua manutenção necessite a menor intervenção possível.	- Considerar que a manutenção do sistema de impermeabilização varia para cada situação, de acordo com o uso da laje.
		- Decidir as medidas de manutenção em conjunto com os usuários.
		- Quanto permitido, utilizar sistemas expostos para evitar a necessidade de quebra de revestimentos para realizar a manutenção.
		- Quando for necessária a proteção mecânica, utilizar sistema de impermeabilização com maior durabilidade, visando reduzir a frequência da manutenção.
		- Planejar a manutenção de forma que não impossibilite a utilização do espaço.
6.2.2	Compatibilizar o projeto com outros projetos da edificação, ...	- Considerar a solução de realizar quebra do revestimento de uma área parcial, realizar a manutenção e instalar o novo revestimento. Então, realizar o mesmo procedimento até concluir a manutenção na área total.
		- Solicitar projetos de outras disciplinas para análise de medidas de compatibilização.
		- Realizar reuniões com os projetistas de outras disciplinas para análise de medidas de compatibilização.
		- Realizar medidas de compatibilização com outros projetos antes do início da obra, sempre que possível.
		- Considerar que é possível o projeto de impermeabilização ser contratado após o início da obra, limitando possíveis medidas de compatibilização.
6.2.3.1	Elaborar estudo preliminar.	- Considerar a possibilidade de contratar uma empresa terceirizada especializada em realizar compatibilização entre projetos.
		- Coletar informações dos usuários e dos projetos de outras disciplinas para análises iniciais. São essas informações: área da laje a ser impermeabilizada, como será seu uso, as cargas que serão resistidas pelo sistema de impermeabilização e a necessidade de medidas de compatibilização entre sistemas construtivos.
		- Planejar com os projetistas de outras disciplinas as possíveis modificações de compatibilização.
6.2.3.2	Elaborar projeto básico.	- Selecionar os possíveis produtos impermeabilizantes, realizar projeções de custos financeiros e apresentar para o contratante.
		- Iniciar apenas com aprovação das definições do estudo preliminar.
6.2.3.3	Elaborar projeto executivo.	- Gerar plantas gráficas determinando os componentes do sistema de impermeabilização, as cotas, os caimentos, além de um orçamento financeiro mais preciso.
6.2.3.4	Elaborar serviços complementares ao projeto executivo.	- Realizar medidas de compatibilização. Essas medidas devem ser feitas apenas durante a elaboração do projeto básico.
6.3	O sistema de impermeabilização especificado deve resistir aos carregamentos estáticos e dinâmicos, às movimentações e à degradação.	- Emitir memorial descritivo, com recomendações de aplicação do sistema de impermeabilização, e detalhamentos das áreas impermeabilizadas.
		- Informar recomendações de equipamentos, de características dos produtos impermeabilizantes, dos procedimentos de manutenção e de pontos que requerem atenção especial. Por exemplo, determinação de áreas que necessitam de maior capacidade de drenagem de água.
		- Anexar imagens que auxiliem na aplicação da impermeabilização.
		- Analisar o uso da área para identificar todos os tipos de carregamentos estáticos e dinâmicos que o sistema de impermeabilização deve resistir.
		- Coletar informações do uso da área a partir de reuniões com os usuários e do estudo dos projetos arquitetônico e estrutural.
6.4	Especificar os seguintes detalhes construtivos:	- Considerar se há trânsito de pedestres, veículos leves ou pesados.
		- Analisar se há trânsito de pedestres, veículos leves ou pesados.
		- Caso exista tráfego na laje, considerar a execução de camadas protetoras sobre a de impermeabilização, que absorvam as cargas.
		- Analisar se há movimentação estrutural ou de outra origem.
a) Inclinação da área horizontal;		- Caso exista movimentação, avaliar se o produto impermeabilizante possui resistência para a situação em que se encontra, por exemplo, à tração ou ao alongamento.
		- Especificar os detalhes construtivos no memorial descritivo e, quando cabível, no projeto gráfico.
b) Coletores de água;		- Basear-se nos dados técnicos fornecidos por fabricantes e nas recomendações de normas e guias.
		- Considerar que a inclinação da área horizontal impermeabilizada deve ser de, pelo menos, 1,0 %. Normalmente, vai até 2,0 %.
c) Encaixes nos planos verticais;		- A inclinação da laje deve direcionar a água para os pontos de coleta.
		- Considerar que um sistema de drenagem eficiente é primordial para atingir o desempenho desejado da impermeabilização.
d) Diferença de nível;		- Esclarecer ao projetista de instalações hidrossanitárias que a aplicação dos arremates de impermeabilização reduz o diâmetro útil dos coletores de água.
		- Recomendar a utilização de ralos com, pelo menos, 100 mm de diâmetro nominal.
		- Durante o estudo preliminar, informar aos projetistas arquitetônico e estrutural sobre os encaixes nos planos verticais que os necessitam, como platibandas, muretas e peitoris.
		- Durante o projeto executivo, detalhar a aplicação da impermeabilização nesses pontos.
		- Informar projetistas arquitetônico e estrutural sobre as cotas necessárias para instalação das camadas do sistema de impermeabilização.
		- Garantir tal compatibilização para manter a diferença de nível entre ambientes externos e internos.

COSTELLA, M. F.; ZANOTELLI, A. S.; LANTELME, E. M. V.

Diretrizes de projeto e execução de lajes expostas para cumprimento dos requisitos de desempenho de estanqueidade e durabilidade

Lista de verificação para projetos de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 9575			
Item	Requisito (resumido)	Diretrizes	
	e) Arremates e reforços em itens de instalações;	- Analisar projetos de interface para identificar os itens instalados no nível da impermeabilização. Os mais usuais são tubos passantes, ralos, parafusos e equipamentos de instalações elétricas e de gás. - Definir os arremates e reforços de acordo com os itens identificados.	
	g) Distanciamento ... ao nível acabado;	- Detalhar ou recomendar ao projetista de instalações hidrossanitárias um distanciamento mínimo de 10 cm entre os tubos e o nível acabado do sistema de impermeabilização.	
	h) Proteção em caso de tubos embutidos na alvenaria;	- Recomendar a instalação de uma tela estruturante no reboco para evitar fissuras que poderiam comprometer a impermeabilização. - Considerar que o ideal é a utilização de <i>shafts</i> para passagem de tubulação, para evitar a interferência com a impermeabilização e facilitar a manutenção desses itens.	
	i) Distanciamento de tubos ...;	- Detalhar ou recomendar ao projetista de instalações hidrossanitárias um distanciamento mínimo de 10 cm entre os tubos em si ou entre planos verticais.	
	j) Fixação de tubos ...;	- Garantir que os tubos que penetram lajes impermeabilizadas estejam bem fixados antes de ser aplicada a impermeabilização.	
	k) Isolamento térmico;	- Realizar o isolamento térmico quando necessário. Porém, considerar que essa situação normalmente não é encontrada em impermeabilização de lajes. - Quando possível evitar cortes na alvenaria.	
	l) Impermeabilização de junções de planos horizontais com verticais;		- Especificar recuos necessários nos planos verticais para aplicação da impermeabilização de acordo com sua espessura.
			- Considerar a relevância do local para possíveis perdas de área de circulação, como estacionamentos.
			- Indicar a altura que a impermeabilização atinge no plano vertical.
	m) Execução de planos verticais;		- Quando a impermeabilização for aderida ao plano vertical, detalhar a incorporação de telas de fixação.
			- Analisar a necessidade de execução de proteção mecânica vertical.
	o) Arredondamentos de cantos;		- Detalhar arredondamento de arestas nas junções. - Caso o arredondamento seja inviável, aplicar silicone nas arestas, como procedimento alternativo.
			- Considerar que a água infiltra com mais facilidade nas juntas de dilatação do que no revestimento da proteção mecânica.
	p) Juntas de dilatação em materiais de proteção mecânica;		- Recomendar a inspeção visual periódica, como forma de manutenção de juntas de dilatação, para análise de sua vedação.
			- Detalhar o preenchimento das juntas com material flexível até o nível do revestimento acabado.
		- Analisar se os elementos de interface com a impermeabilização possuem elevada movimentação. Se possuem, adotar medidas adequadas. Por exemplo, aplicação de juntas impermeabilizadas ou utilização de sistemas de impermeabilização flutuante, que não deformam junto com os outros elementos.	
q) Juntas de dilatação ...;		- Especificar juntas de dilatação posicionadas no ponto mais elevado do revestimento, funcionando como divisoras de água.	
r) Impermeabilização em lajes casos de desvãos e		- Especificar impermeabilização em lajes superiores e inferiores, em casos de desvão (ou caixão perdido).	
		- Informar a necessidade de drenagem de água na laje inferior, com caiamentos e pontos de coleta. Porque, pode ocorrer infiltração na laje superior ou problemas em tubulações que estão no interior do desvão.	
		- Recomendar que tubos no interior de desvãos devem ser evitados, devido à dificuldade da manutenção.	
s) Aderência de contrapisos.		- Garantir que os materiais e os traços de argamassa de contrapiso sejam selecionados adequadamente, para que o contrapiso tenha boa aderência com o substrato.	
		- Considerar que o sistema de impermeabilização aplicado sobre contrapisos requer uma boa aderência da camada de contrapiso com a camada do substrato.	

Fonte: os autores.

COSTELLA, M. F.; ZANOTELLI, A. S.; LANTELME, E. M. V.

Diretrizes de projeto e execução de lajes expostas para cumprimento dos requisitos de desempenho de estanqueidade e durabilidade

Quadro A3 - Lista de verificação para execução de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 15575

Lista de verificação para execução de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 15575		
Item	Requisito (resumido)	Diretrizes
6.6 (Parte 1)	Considerar outras normas técnicas nacionais e internacionais. Garantir a VUP estabelecida, com a utilização e execução adequada dos produtos. E reconhecer que os valores mínimos são de 8 ou de 20 anos.	- Além da NBR 15575, considerar as NBR 9574, NBR 9575, normas específicas de produtos impermeabilizantes, como a NBR 9952 para manta asfáltica.
		- Considerar guias e manuais disponibilizados pelo IBI e CBIC que abordam sistemas de impermeabilização de lajes.
		- Quando a empresa contratante possui um documento com padrões operacionais, também considerá-lo.
		- Considerar que projetos específicos de impermeabilização devem ser fornecidos, com detalhamentos adequados para que a VUP estabelecida seja atingida.
		- Considerar que, normalmente, o prazo de VUP estabelecido é o mínimo. Em algumas situações, por solicitação do contratante ou por análise do projetista, o valor pode ser superior.
		- Considerar os guias do Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI) que fornecem recomendações a respeito dos requisitos da norma de desempenho.
Anexo C (Parte 1)	..., fornecer os manuais do usuário, ...	- Quando não há projeto de impermeabilização, a norma de desempenho não é atendida, e há construtores que executam sistemas baseados em outros serviços já realizados em outras edificações, que possuem desempenho satisfatório. - Fornecer recomendações de manutenção sobre a impermeabilização aplicada, mesmo em situações que não sejam incorporadoras. Nesse caso, encaminhar as instruções para o responsável pela elaboração do manual do usuário.
Anexo D (Parte 1)	Fornecer um prazo de garantia mínimo de 5 anos para o serviço.	- Fornecer garantia maior ou igual a 5 anos, de acordo com negociação com o contratante. - Considerar a possibilidade de o contratante desejar maior prazo de garantia, como de 15 anos, e solicitar atualização do projeto, quando necessário.
10.4.1 (Parte 3)	Realizar o teste de estanqueidade da lâmina d'água em sistemas de pisos impermeabilizados.	- Sempre realizar o teste de estanqueidade da lâmina d'água.
		- Quando possível, permitir que a espessura da lâmina tenha de 20 a 25 cm, para oferecer maior garantia em seu resultado, principalmente em locais críticos, como encontros de planos horizontais e verticais.
		- Realizar o teste Holiday Detector como forma de complementar o teste da lâmina d'água. Apesar de ser menos efetivo, ele possui as vantagens de ser mais rápido e econômico, além de permitir o teste em locais como rampas e escadas.
10.1 (Parte 5)	Impedir a formação de umidade e a proliferação de microrganismos.	- Quando desejável, conferir de outra forma a estanqueidade em ralos, como forma de complementação ao teste da lâmina d'água e realizar o teste da bexiga nesses pontos.
		- Considerar que um sistema de drenagem eficiente é essencial para evitar a proliferação de microrganismos. Porém, não é possível fornecer uma garantia específica contra esse fenômeno. - Considerar que um dos sinais que a proliferação de microrganismos pode estar ocorrendo na laje impermeabilizada é o surgimento de vegetação.
10.1.4 (Parte 5)	Executar sistema de drenagem pluvial ...:	- Considerar que o sistema de drenagem de água é executado pela equipe de instalações hidrossanitárias, de acordo com o respectivo projeto.
	a) Compatibilização do projeto de impermeabilização ...	- Considerar que o sistema de impermeabilização só pode ser aplicado após os itens de drenagem estarem dispostos. É necessário saber a quantidade e posição dos coletores de água, para que a camada de regularização seja aplicada com declividades, cotas e direcionamentos adequados.
	b) Especificação e detalhamento de caimentos, encontros, beirais, e quaisquer outros elementos que dissipem a água da chuva.	- Sempre que possível, analisar o projeto de sistema de drenagem antes de ele ser executado. Assim, podem ser identificadas recomendações a serem feitas para o projetista responsável, visando um sistema de impermeabilização com maior durabilidade. Porém, caso o projeto precise ser atualizado, é considerado um erro, e prazo e custo da obra podem ser afetados. Nessas situações, a atualização do projeto sempre deve ser solicitada.

Fonte: os autores.

Quadro A4 - Lista de verificação para execução de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 9574

Lista de verificação para execução de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 9574		
Item	Requisito (resumido)	Diretrizes
5	Seguir as seguintes recomendações gerais para execução de impermeabilização:	- Priorizar os detalhamentos estabelecidos no projeto de impermeabilização para realizar a aplicação do sistema de impermeabilização.
		- Analisar o projeto de impermeabilização e, se necessário, oferecer sugestões ao projetista.
		- Fornecer cartilhas às equipes de execução de sistemas construtivos de interface, antes do início da obra, com recomendações de procedimentos que podem interferir na impermeabilização. Por exemplo, solicitar a adequada fixação de tubulações que atravessam lajes.
		- Quando há trincas ou fissuras na laje a ser impermeabilizada, analisar os comprimentos e espessuras para decidir se há necessidade de convocar o projetista estrutural.
	a) Tratamento de fissuras e trincas;	- Caso a fissura seja superficial, realizar seu tratamento com a própria equipe de impermeabilização.
		- Em detalhes construtivos, como ralos, rodapés, juntas e tubos atravessados na impermeabilização devem ser aplicadas impermeabilizações específicas.
		- Em ralos, instalar manta asfáltica dupla, no formato "margarida". Também aplicar poliuretano nas bordas de ralos para melhor vedação.
		- Em itens passantes, garantir que estejam bem fixados, por exemplo, grauteados, para evitar que uma possível movimentação danifique a impermeabilização. Esse serviço é responsabilidade da equipe de instalações hidrossanitárias, mas deve ser conferido pela de impermeabilização.
		- Em locais de rodapé, dobrar a quantidade de camadas de manta asfáltica. Para isso, instalar um arremate de 10 cm de manta asfáltica no plano vertical e outro arremate de 10 cm no plano horizontal. Caso a manta seja dupla, fazer dois arremates em cada plano.
	b) Execução de detalhes construtivos de forma cuidadosa;	- Em juntas de dilatação, aplicar um reforço que acompanhe a movimentação da estrutura. Também aplicar um cordão de poliuretano sobre as camadas de manta asfáltica.
		- Controlar o trânsito de pessoas e equipamentos durante a execução do sistema de impermeabilização. Permitir acesso ao local apenas para a respectiva equipe. Caso contrário, os produtos aplicados podem ser danificados e a estanqueidade ficar comprometida.
	c) Proibição do trânsito de pessoas e objetos;	- Instalar itens, como cavaletes, faixas zebreadas e telas de proteção, para isolamento da área.
		- Considerar que, principalmente em lajes térreas, há momentos que outras equipes acessam mesmo com os avisos de proibição. Por isso, as medidas proibitivas devem ser incisivas.
	d) Medidas contra incêndio;	- Utilizar maçarico com características recomendadas por normas técnicas e com válvulas antichamas.
		- Disponibilizar extintores do tipo ABC próximos às áreas de aplicação da impermeabilização.
		- Utilizar ventilação forçada em ambientes confinados, com medidores multigás e exaustores de troca de ar.
		- Considerar que produtos à base d'água oferecem menos riscos à saúde em ambientes confinados, do que aqueles à base de solvente.
	g) Inclinação mínima;	- Dispor de equipe reduzida em ambientes confinados, com até 4 pessoas.
		- Considerar que a declividade das áreas horizontais impermeabilizadas possui um valor mínimo de 1,0 %, com direção ao coletor de drenagem.
	h) Coletores de água;	- Considerar que os coletores de água são determinados pelo projetista de instalações hidrossanitárias, porém devem ser feitas análise e possíveis sugestões.
- Considerar que, caso existam poucos coletores, é possível que a camada de regularização fique com uma espessura muito elevada para atingir a inclinação desejada, interferindo na cota da laje.		
i) Encaixes nos planos verticais;	- Considerar que os encaixes de impermeabilização em planos verticais devem ser compatibilizados com as disciplinas de interface antes do início da execução.	
	- Determinar, por exemplo, o recuo ou utilização de blocos de menor espessura em alvenarias que receberão aplicação de manta asfáltica.	
	- Considerar que em alvenarias de vedação também podem ser feitos cortes pela equipe responsável	
	- Considerar que é possível utilizar membrana de poliuretano nesses encontros, quando há falta de cota suficiente.	
j) Diferenças de níveis;	- Considerar que uma das soluções utilizadas para encaixe da impermeabilização em planos verticais é aplicação de um banho de asfalto moldado <i>in loco</i> , estruturação com manta de bidim ou velcro de poliéster e aplicação da manta asfáltica.	
	- Considerar que as diferenças de níveis entre ambientes internos e externos devem constar em projeto arquitetônico. Normalmente, recomenda-se um mínimo de 6 cm.	
h) Arremates em itens de instalação no nível da impermeabilização;	- Considerar que se pode aplicar impermeabilização com arremate na área interna, em situações que requerem essa segurança adicional.	
	- Realizar os arremates em equipamentos instalados no nível da impermeabilização, como tubos passantes, com cortes na manta asfáltica, de forma que envolvam os itens.	
	- Considerar que também podem ser aplicados asfalto oxidado ou membrana de poliuretano à base de asfalto, com pincel ou rolo. Esses produtos possuem boa aderência e compatibilidade com a manta asfáltica.	
	- Asfalto oxidado não pode ser aplicado em tubos de PVC, podendo comprometer o material devido à alta temperatura.	
	- Considerar que o velcro de poliéster também pode ser utilizado para contribuir com a fixação do produto impermeabilizante nos equipamentos.	
		- Considerar que é importante esses itens estarem bem fixados, para ser evitada uma movimentação que possa prejudicar a impermeabilização.

Lista de verificação para execução de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 9574		
Item	Requisito (resumido)	Diretrizes
4.3.13	q) Execução de planos verticais;	- Considerar que a impermeabilização em planos verticais varia de acordo com a situação.
		- Casos de platibandas com até 1,20 m de altura, aplicar a impermeabilização até o seu topo, e mais 2/3 da espessura da platibanda na face superior. Assim, garante-se uma ancoragem adequada.
		- Caso não seja possível cobrir todo o plano vertical com a manta asfáltica, realizar a adesão e o selamento da manta. Para isso, utilizar cinta metálica com 2 cm de largura, a cada 2 m de distância na posição horizontal, para adesão e resina epóxi para vedação.
		- Caso seja executada uma camada de emboço sobre a manta asfáltica, considerar que é necessário que essa argamassa esteja estruturada com tela metálica, visto que ela não possui boa aderência com a manta. Essa tela deve ser utilizada por, pelo menos, mais 10 cm acima do nível mais elevado da impermeabilização.
	s) Arredondamentos de cantos;	- Realizar as arestas e meias canas, para evitar pontos críticos e que a manta asfáltica seja dobrada em 90 graus.
	t) Juntas de dilatação em materiais de proteção mecânica;	- Utilizar, em juntas de dilatação, materiais como emulsão asfáltica e mastique. - Realizar o selamento com produtos pré-fabricados poliméricos específicos para essa situação, como selante de poliuretano. - Realizar, no nível da impermeabilização, uma junta impermeabilizada, por exemplo, com sanfonamento da manta asfáltica. - Considerar que juntas eficientes possuem 1,0 cm de largura e 1,5 cm de profundidade.
u) Juntas de dilatação como divisoras de água	- Considerar que os pontos que as juntas estão localizadas devem ter os níveis mais elevados, comparados com o restante do revestimento. Assim, funcionam como divisores de água.	
... execução de mantas asfálticas:	- Priorizar os detalhamentos estabelecidos no projeto de impermeabilização para realizar a aplicação do sistema de impermeabilização.	
4.3.13.1	a) Preparação do substrato (inclinações, arredondamentos de cantos e limpezas);	- Realizar a limpeza do substrato, removendo materiais e objetos indesejados da superfície da laje. Utilizar vassoura e, quando houver materiais impregnados, lavadora de alta pressão. - Aplicar camada de regularização, com o mínimo de 1,0 % de caimento, direcionada aos pontos de coleta de água, com espessuras que variam de 3 a 9 centímetros. O traço recomendado para a argamassa de regularização é de 1 parte de cimento e 3 de areia (1:3). - Aguardar 48 horas para aplicar a próxima camada, de imprimação.
4.3.13.2	b) Aplicação do produto de imprimação em sistemas aderidos;	- Utilizar rolos para aplicação do <i>primer</i> sobre a camada de regularização e planos verticais a serem impermeabilizados.
		- Utilizar <i>primer</i> a base d'água. Ele possui uma secagem mais rápida, não emite odores desagradáveis e é mais favorável aos protocolos de saúde e segurança, comparando com os produtos à base de solvente. Alguns possuem selo de sustentabilidade.
		- Isolar a área que receberá aplicação do <i>primer</i> . Proibir trânsito de pessoas, movimentação de equipamentos e despejo de impurezas. Caso contrário, a aderência do <i>primer</i> com a camada seguinte pode ser comprometida.
		- Caso a camada de imprimação seja danificada, não aplicar uma segunda camada visando sua renovação. O <i>primer</i> possui capacidade de aderência com o substrato, mas não com outra camada de imprimação, então a camada inferior passaria a funcionar como uma camada separadora.
		- Aguardar o tempo de cura, de 24 a 48 horas, a depender do tipo do produto e das condições climáticas.
	c) Aplicação da manta asfáltica com chama de maçarico a GLP, asfalto a quente, com adesivos...	- Iniciar aplicação da manta asfáltica pelos pontos de drenagem, como ralos e juntas de dilatação. - Em casos de mantas comercializadas em rolos, estender, posicionar e mapear corretamente nos locais que serão aplicadas e, então, rebobinadas. Assim, pode ser feita uma conferência para que as mantas não fiquem desalinhadas e não falte material.
	c.1) Chama de maçarico a GLP:	- Para aplicação de mantas asfálticas a maçarico, adotar medidas de segurança, como utilização de EPI e isolamento do recipiente de gás em carrinho de mão.
		- Direcionar a chama do maçarico para a superfície da manta, até que a película superior constituída de polietileno derreta.
		- Continuar a desenrolar a manta, com repetição do processo de queima, até finalização da área desejada.
	c.2) Asfalto a quente:	- Entre duas mantas asfálticas, fazer emendas, com sobreposição mínima de 10 cm. Nesses pontos, realizar o nivelamento com colher de pedreiro ou rolo, quando a temperatura ainda está elevada, para que ocorra a fusão entre as duas extremidades das mantas. Assim, evita-se um ponto crítico para infiltração de água.
- Para aplicação de mantas com asfalto a quente, utilizar caldeiras com temperaturas de 200 a 220º Celsius, ou outra indicada pelo fabricante do produto.		
- Considerar as normas de segurança com muita precisão, visto que esse é o método de aplicação de manta asfáltica que mais oferece risco aos operários.		
- Utilizar uma meada (vassoura de tecido) para aplicação da manta do asfalto a quente, ou asfalto oxidado.		
- Iniciar com uma primeira camada de asfalto oxidado, então a manta asfáltica é desenrolada em sua posição correta e uma nova camada de asfalto a quente é aplicada.		
- Nas emendas entre as mantas, realizar o biselamento e aplicar asfalto oxidado. Assim, é garantida uma maior durabilidade nesses pontos, considerados críticos.		
- Considerar a possibilidade de o sistema de impermeabilização ser combinado com mais camadas de manta asfáltica e de asfalto a quente, a depender da vida útil desejada.		
- Utilizar mantas asfálticas com acabamento contendo areia, para tornar a superfície mais rugosa e aumentar a aderência com as camadas adjacentes.		

COSTELLA, M. F.; ZANOTELLI, A. S.; LANTELME, E. M. V.

Diretrizes de projeto e execução de lajes expostas para cumprimento dos requisitos de desempenho de estanqueidade e durabilidade

Lista de verificação para execução de impermeabilização de lajes descobertas - NBR 9574		
Item	Requisito (resumido)	Diretrizes
		- Considerar que as espessuras das mantas asfálticas geralmente são de 4 milímetros e a quantidade de asfalto consumido é, em média, 3 quilos por metro quadrado.
	c.3) Com adesivos ou autoadesivos:	- Considerar que as mantas asfálticas com adesivos ou autoadesivas normalmente não são utilizadas para impermeabilização de lajes descobertas.
4.3.13.3	d) Proteção da manta asfáltica.	- Após a camada da manta asfáltica, executar a camada de proteção mecânica, considerando que essa camada possui composições de materiais e espessuras de acordo com o uso da laje.
		- Considerar que quando há aplicação de materiais isolantes térmicos na laje, a camada de proteção mecânica deve ser composta de areia e cimento, com espessura de 4 centímetros ou mais, estruturada com tela plástica ou metálica.
		- Considerar que em lajes com tráfegos de veículos, a proteção mecânica pode ser feita de concreto, estruturada com tela metálica, com espessuras de 5 a 7 centímetros.
		- Considerar que lajes que não possuem materiais adicionais ou carregamentos consideráveis, podem ser feitas camadas de proteção mecânica com argamassa de cimento e areia, com espessura de 3 centímetros.
		- Independente do uso da laje, executar juntas de dilatação na camada de proteção mecânica. Aplicar a cada 1,5 metro, compostas de mastic de asfalto ou de poliuretano.
		- Considerar que normalmente não há necessidade de aplicar camada específica de proteção contra raios ultravioletas.
		- Quando houver necessidade de uma camada separadora entre a impermeabilização e a proteção mecânica, aplicar filme de polietileno ou papel <i>kraft</i> .

Fonte: os autores.

1 Marcelo Fabiano Costella

Engenheiro Civil. Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professor Associado na Universidade Comunitária da Região de Chapecó. Endereço postal: Universidade Comunitária da Região de Chapecó. Servidão Anjo da Guarda, 295-D, Chapecó, SC – Brasil. CEP 89809-900.

2 Artur Schneider Zanotelli

Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Civil pela Atitus Educação. Endereço Postal: Atitus Educação. R. Sen. Pinheiro, 304, Passo Fundo, RS - Brasil. CEP 99070-220.

3 Elvira Maria Vieira Lantelme

Engenheira Civil. Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora Associada na Atitus Educação. Endereço Postal: R. Sen. Pinheiro, 304, Passo Fundo, RS - Brasil. CEP 99070-220.