

JONATHAN DONIZETTI VANCETTO

**GRAU DE ADERÊNCIA ÀS BOAS PRÁTICAS DE SISTEMAS
DE IMPERMEABILIZAÇÃO PARA LAJES DE COBERTURA**

SÃO CARLOS

2024

JONATHAN DONIZETTI VANCETTO

**GRAU DE ADERÊNCIA ÀS BOAS PRÁTICAS DE SISTEMAS DE
IMPERMEABILIZAÇÃO PARA LAJES DE COBERTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a conclusão da graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Paliari

SÃO CARLOS
2024

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Vancetto, Jonathan Donizetti

Grau de aderência às boas práticas de sistemas de impermeabilização para lajes de cobertura / Jonathan Donizetti Vancetto -- 2024.
88f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos,
campus São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Prof. Dr. José Carlos Paliari

Banca Examinadora: Prof. Dr. José Carlos Paliari, Prof.
Dr. Douglas Barreto, Prof(a). Dr(a). Fernanda Giannotti
da Silva Ferreira

Bibliografia

1. Engenharia Civil. 2. Impermeabilização. 3. Sistemas
de impermeabilização para lajes de cobertura. I.
Vancetto, Jonathan Donizetti. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Ronildo Santos Prado - CRB/8 7325

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Eu, **Jonathan Donizetti Vancetto** atesto, para os devidos fins, que as ideias e o conteúdo apresentados neste trabalho de monografia intitulado **GRAU DE ADERÊNCIA ÀS BOAS PRÁTICAS DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO PARA LAJES DE COBERTURA**, sob orientação do(a) Prof.(a). Dr.(a) **José Carlos Paliari** é de minha autoria, não havendo partes da mesma que possam ser caracterizadas como plágio.

Atesto também que as ideias aqui contidas, quando não de minha autoria, foram devidamente citadas de forma a dar os créditos a quem de direito, conforme normas nacionais que tratam do assunto.

Jonathan Vancetto

Jonathan Donizetti Vancetto

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Valentim e Silmara, que fizeram o possível e o impossível para que eu pudesse ser a pessoa que sou hoje e foram fundamentais durante toda minha formação educacional, desde o Ensino Fundamental, passando pelo Médio e, por fim, o Superior. Não acredito no acaso e sim que tudo na vida há um motivo, e agradeço a Deus por ter dado a oportunidade de estar perto de pessoas tão incríveis em minha vida, sem elas, com certeza o caminho teria sido bem mais difícil até aqui.

À minha parceira Beatriz, por sempre estar ao meu lado, me apoiando e sempre me incentivando, além da paciência em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por absolutamente tudo em minha vida.

Agradeço também aos meus pais, por todo o esforço em não só fornecer a possibilidade de ter uma educação de qualidade, mas também por acompanharem de perto e sempre ajudarem em como podiam.

À minha parceira *Beatriz*, por sempre estar ao meu lado, por existir e ser uma pessoa maravilhosa que, com um simples sorriso, renova minhas energias e me ajuda a seguir em frente.

Aos professores da UFSCar, os quais tive a oportunidade de adquirir conhecimentos que com certeza levarei por toda a vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Carlos Paliari, por todo o conhecimento, ideias e tempo disponibilizado em ajudar com excelência como podia.

À empresa na qual tive a oportunidade de estagiar e aprender muito sobre o ramo de impermeabilização e que foi minha maior inspiração para definição do tema deste trabalho.

Grau de aderência às boas práticas de sistemas de impermeabilização para lajes de cobertura

RESUMO

A durabilidade de uma edificação está diretamente ligada a umidade na qual está exposta e, uma vez que tal condição faz-se presente, observa-se visivelmente a aceleração do processo de deterioração das estruturas por meio da corrosão de armaduras, problemas em revestimentos diversos e a degradação do concreto em si. A impermeabilização na construção civil possui suma importância na garantia da preservação dos ativos imobiliários, na habitabilidade, funcionalidade da edificação, saúde, segurança e bem-estar dos usuários. Dentre os locais que necessitam serem impermeabilizados, destaca-se as lajes de cobertura sem telhado. O objetivo deste trabalho é avaliar, a partir da análise documental de quinze casos para três diferentes sistemas de impermeabilização (manta asfáltica, manta de PVC e membrana de poliuretano), qual o grau de aderência de execução de sistemas de impermeabilização de lajes de cobertura sem telhado em relação às boas práticas por meio da elaboração de um *checklist* condizente com o que é prescrito em documentos normativos e principais referências sobre o tema. Com relação à obtenção do grau de aderência total ou parcial por etapa de cada caso analisado, os mesmos foram obtidos a partir da divisão entre a quantidade de itens marcados com “NÃO” e a soma da quantidade de itens marcados com “SIM” e “NÃO” por meio do preenchimento do *checklist*. Foi observado que, quanto ao grau de aderência, para o sistema de manta asfáltica, os casos 3 e 4 obtiveram percentual de 97,22%, enquanto os casos 1, 2 e 5, 100,00%. Já para o sistema de manta de PVC, todos os casos obtiveram 100,00%. Por fim, para o sistema de membrana de poliuretano, o caso 1 obteve o percentual de 93,10% e os demais, 100,00%. Já com relação a etapa menos aderente, tem-se a de Aplicação do Tipo de Impermeabilização. Assim sendo, analisando os resultados obtidos, é explícito a maior probabilidade da ocorrência de falhas nos casos 3 e 4 de manta asfáltica e no caso 1 de membrana de poliuretano, todos devido a algum equívoco ou erro na etapa de Aplicação do Tipo de Impermeabilização.

Palavras-chave: impermeabilização; lajes de cobertura; manta asfáltica; manta de PVC; membrana de poliuretano.

Degree of adherence to good practices in systems of waterproofing for roof slabs

ABSTRACT

The durability of a building is directly linked to the humidity to which it is exposed and, once this condition is present, the acceleration of the deterioration process of structures is visibly observed through corrosion of reinforcement, problems in various coatings and the degradation of the concrete itself. Waterproofing in civil construction is extremely important in ensuring the preservation of real estate assets, habitability, building functionality, health, safety and well-being of users. Among the places that need to be waterproofed, roof slabs without a roof stand out. The objective of this work is to evaluate, based on the documentary analysis of fifteen cases for three different waterproofing systems (asphalt blanket, PVC blanket and polyurethane membrane), the degree of adhesion in the execution of waterproofing systems for roof slabs without roof in relation to good practices through the preparation of a checklist consistent with what is prescribed in normative documents and main references on the topic. Regarding obtaining the degree of total or partial adherence per stage of each case analyzed, they were obtained by dividing the number of items marked with "NO" and the sum of the number of items marked with "YES" and "NO" by completing the checklist. It was observed that, regarding the degree of adhesion, for the asphalt blanket system, cases 3 and 4 obtained a percentage of 97.22%, while cases 1, 2 and 5, 100.00%. As for the PVC blanket system, all cases obtained 100.00%. Finally, for the polyurethane membrane system, case 1 obtained a percentage of 93.10% and the others, 100.00%. Regarding the less adherent stage, there is the Application of the Type of Waterproofing. Therefore, analyzing the results obtained, the greater probability of failures occurring in cases 3 and 4 of asphalt blanket and in case 1 of polyurethane membrane is clear, all due to some mistake or error in the Waterproofing Type Application stage.

Keywords: waterproofing; roof slabs; asphalt blanket; PVC blanket; polyurethane membrane.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Levantamento dos custos de uma obra por sistema	14
Figura 2: Camadas constituintes do sistema de impermeabilização	21
Figura 3: Classificações das coberturas quanto à forma	34
Figura 4: Classificações das coberturas quanto à acessibilidade	35
Figura 5: Partes da cobertura	36
Figura 6: Manta Asfáltica - primer asfáltico	42
Figura 7: Aplicação de manta asfáltica aderida à maçarico	43
Figura 8: Manta Asfáltica - banho de asfalto oxidado	43
Figura 9: Manta Asfáltica - teste de estanqueidade com lâmina d'água	44
Figura 10: Manta Asfáltica - filme de Polietileno (camada separadora)	44
Figura 11: Manta de PVC - geotêxtil	45
Figura 12: Manta de PVC – fixação distribuidores de esforço	45
Figura 13: Aplicação de manta de PVC com soprador térmico manual	46
Figura 14: Manta de PVC - solda entre mantas com soprador térmico automático	46
Figura 15: Manta de PVC	46
Figura 16: Manta de PVC	47
Figura 17: Manta de PVC - teste com detector de discontinuidades (Holiday Detector)	47
Figura 18: Membrana de Poliuretano em passarela	48
Figura 19: Membrana de Poliuretano em laje de cobertura	48
Figura 20: Membrana de Poliuretano Transitável em estacionamento	49
Figura 21: Membrana de Poliuretano com Alta Resistência Química em Estação de Tratamento de Esgoto	49
Figura 22: Membrana de Poliuretano com aspensão de agregado com granulometria controlada em laje de cobertura	50
Figura 23: Delineamento da pesquisa	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Grau de aderência total dos casos com manta asfáltica.....	66
Tabela 2: Grau de aderência total dos casos com manta de PVC	67
Tabela 3: Grau de aderência total dos casos com membrana de poliuretano	67
Tabela 4: Grau de aderência por etapa dos casos com manta asfáltica	68
Tabela 5: Grau de aderência por etapa dos casos com manta de PVC	69
Tabela 6: Grau de aderência por etapa dos casos com membrana de poliuretano.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação conforme composição do material - continua	23
Quadro 2: Sistemas de impermeabilização utilizados em coberturas de concreto no Brasil em 1986.....	38
Quadro 3: Sistemas de impermeabilização utilizados em coberturas de concreto no Brasil em 2023.....	39
Quadro 4: Casos selecionados para aplicação do checklist.....	54
Quadro 5: Relação de áreas dos casos com manta asfáltica.....	56
Quadro 6: Casos com Manta Asfáltica - continua	56
Quadro 7: Relação de áreas dos casos com manta de PVC.....	60
Quadro 8: Casos com Manta de PVC - continua.....	60
Quadro 9: Relação de áreas dos casos com membrana de poliuretano	63
Quadro 10: Casos com Membrana de Poliuretano - continua	63
Quadro 11: Não-conformidades encontradas na análise documental	71

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. JUSTIFICATIVA.....	16
1.2. ESTRUTURA DO TEXTO	16
2. OBJETIVOS	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1. DEFINIÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO	18
3.1.1. AGENTES INTERVENIENTES NO DESEMPENHO DA IMPERMEABILIZAÇÃO	19
3.2. CAMADAS CONSTITUINTES DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	20
3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	21
3.3.1. QUANTO AO MATERIAL DA CAMADA IMPERMEABILIZANTE.....	22
3.3.2. QUANTO AO DESEMPENHO.....	25
3.3.3. QUANTO À FLEXIBILIDADE.....	25
3.3.4. QUANTO À FORMA DE APRESENTAÇÃO OU AO MÉTODO DE EXECUÇÃO	25
3.3.5. QUANTO À EXPOSIÇÃO AO INTEMPERISMO.....	25
3.3.6. QUANTO À ADERÊNCIA.....	26
3.4. SELEÇÃO, PROJETO, EXECUÇÃO, TESTE DE ESTANQUEIDADE E	
MANUTENÇÃO DE SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES	26
3.4.1. SELEÇÃO	26
3.4.2. PROJETO	27
3.4.3. EXECUÇÃO	29
3.4.4. TESTE DE ESTANQUEIDADE.....	32
3.4.5. MANUTENÇÃO	33
3.5. SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EMPREGADOS EM LAJES DE	
COBERTURA	33
4. METODOLOGIA	42
4.1. ESTRATÉGIA DE PESQUISA	42
4.2. DELINEAMENTO DA PESQUISA	50
4.2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	51
4.2.2. PROPOSIÇÃO DO <i>CHECKLIST</i>	52
4.2.3. ANÁLISE DOCUMENTAL	54
5. RESULTADOS	56
5.1. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA ASFÁLTICA	56
5.2. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA DE PVC	60
5.3. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MEMBRANA DE POLIURETANO	62
6. ANÁLISES E DISCUSSÕES	66
6.1. GRAU DE ADERÊNCIA TOTAL DE CADA SISTEMA IMPERMEABILIZANTE	
ANALISADO	66
6.1.1. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA ASFÁLTICA	66
6.1.2. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA DE PVC	66
6.1.3. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MEMBRANA DE POLIURETANO	67

6.2. GRAU DE ADERÊNCIA POR ETAPA DE CADA SISTEMA IMPERMEABILIZANTE ANALISADO	68
6.2.1. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA ASFÁLTICA	68
6.2.2. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA DE PVC	69
6.2.3. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MEMBRANA DE POLIURETANO	70
6.3. NÃO-CONFORMIDADES ENCONTRADAS	71
6.3.1. CASO 3 – ITEM 41 – SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA ASFÁLTICA	71
6.3.2. CASO 4 – ITEM 41 – SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA ASFÁLTICA	72
6.3.3. CASO 1 – ITENS 24 E 25 – SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MEMBRANA DE POLIURETANO	72
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICES	78
APÊNDICE A – <i>Checklist</i> executivo de sistemas de impermeabilização – Manta Asfáltica	78
APÊNDICE B – <i>Checklist</i> executivo de sistemas de impermeabilização – Manta de PVC	82
APÊNDICE C – <i>Checklist</i> executivo de sistemas de impermeabilização – Membrana de Poliuretano	85

1. INTRODUÇÃO

A durabilidade de uma edificação está diretamente ligada a umidade na qual ela é exposta e, uma vez que tal condição faz-se presente, observa-se visivelmente a aceleração do processo de deterioração das estruturas por meio da corrosão de armaduras, problemas em revestimentos diversos e a degradação do concreto em si.

Conforme NBR 15575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021, p. 19) a estanqueidade é considerada como um dos fatores presentes na composição dos requisitos mínimos do usuário relativos à habitabilidade, deixando claro assim, a importância da impermeabilização na vida de inúmeros indivíduos em contato com elementos construtivos que a requeiram.

Desde os primórdios da humanidade, o indivíduo sempre priorizou pela estanqueidade dos locais onde viveu e conviveu por questões de bem-estar e conforto. Porém, desde que novas tecnologias surgiram, bem como sistemas impermeabilizantes mais eficazes, nota-se a existência de inúmeras manifestações patológicas decorrentes da percolação de água em elementos construtivos e que são provenientes de tal sistema. Este fato decorre da falta de conhecimento da população no geral, da tentativa de economizar na realização das obras, da negligência em optar por mão de obra ou empresas não especializadas em tais serviços e da falta de projeto de impermeabilização que não seguem as boas práticas normativas.

A impermeabilização, quando inexistente, mal executada ou ineficiente seja pela ausência de manutenção ou até mesmo pela sua vida útil já ter sido atendida, causa diversos problemas aos usuários de uma edificação, seja ligado a segurança, a habitabilidade ou sustentabilidade da mesma, sendo que tais itens, segundo a NBR 15575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021, p. 18, 19), fazem parte dos requisitos do usuário, os quais são essenciais de serem atingidos.

Segundo Verçoza (1985), a impermeabilização pode acarretar os seguintes efeitos: goteiras, manchas, mofo, apodrecimento, ferrugem, eflorescências, criptoflorescências, gelividade e deterioração.

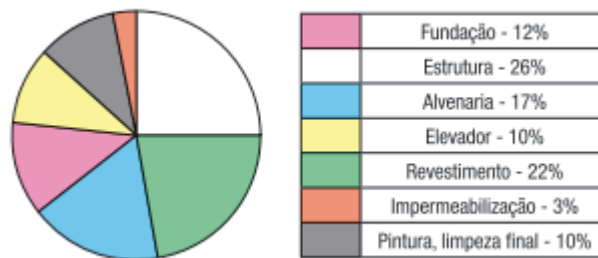
Para Righi (2009), a impermeabilização tem importância fundamental na durabilidade das construções, uma vez que a água combinada com os agentes atmosféricos, são capazes de gerar danos irreversíveis a estrutura e grandes prejuízos financeiros. Para o mesmo autor,

ainda, tal etapa vem sendo relegada, seja por contenção de custos ou até mesmo por desinformação, porém, custos com os reparos das manifestações patológicas causadas por tal negligência, podem ser de até quinze vezes mais quando comparado com uma correta execução durante a execução da obra.

Além do alto custo com reparos mencionado anteriormente, Moraes (2002) ressalta que o problema não está somente na questão financeira, mas também nas dificuldades e no custo adicional que tais geram, uma vez que se faz necessário localizar o defeito, recuperar as áreas atingidas pelo serviço, fornecer garantia somente nas áreas recuperadas, além é claro, do desconforto causado ao usuário.

Outro dado interessante, demonstrado por Baumgart (2009) na Figura 1, a seguir, demonstra que a impermeabilização representa cerca de 3% do custo total de uma obra quando realizada durante a sua execução, sendo, portanto, uma atividade de custo relativamente menos expressivo quando comparada a sua importância incalculável.

Figura 1: Levantamento dos custos de uma obra por sistema



Fonte: Baumgart (2009)

Apesar da importância da contratação de um serviço especializado, é imprescindível segundo Picchi (1986), que todo engenheiro ou arquiteto seja capaz, além de especificar sistemas de impermeabilização, também selecionar materiais, contratar empresas aplicadoras e fiscalizar os serviços, tanto de aplicação do novo sistema impermeabilizante ou mesmo de reparos e ou manutenções.

Assim sendo, pode-se definir o termo impermeabilização, de acordo com a NBR 9575, como sendo o “conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p.5).

Há diversos tipos de impermeabilização disponíveis para utilização nos elementos construtivos que demandam estanqueidade e, os mesmos, são determinados de acordo com a solicitação criada pelo fluido que o possa percolar, sendo classificados, conforme NBR 9575

com base no material principal que constitui a camada impermeável, dividindo-os entre cimentícios, asfálticos e poliméricos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021, p. 7, 8).

Como citado anteriormente, é necessário impermeabilizar todos os elementos construtivos que necessitem de proteção contra a ação dos fluidos e, dentre eles, encontram-se as lajes de cobertura sem telhado, que são estruturas que realizam a interface entre os pavimentos da edificação, nesse caso, funcionando como teto.

Porém, um ponto que muitas vezes é negligenciado, diz respeito a seleção e execução por pessoa e/ou empresa especializada, do tipo adequado de impermeabilização a ser aplicada não somente nas lajes de cobertura, como em quaisquer outros elementos, bem como a inexistência em alguns casos, de projetos específicos para tal sistema, compostos por estudos preliminares, projeto básico e projeto executivo.

Neste contexto, se espera que tais pessoas e/ou empresas especializadas mencionadas anteriormente, sigam todas as boas práticas definidas pelas Normas Técnicas existentes, sejam elas referentes a seleção, projeto ou execução. Porém, em inúmeros casos, isso não ocorre ou ocorre de forma parcial, prejudicando assim, o alcance do período de Vida Útil de Projeto (VUP) estimado por norma, o que resulta em diversos problemas precoces aos usuários.

A partir do exposto, é notável a importância da correta impermeabilização dos mais diversos elementos construtivos existentes e que as necessitam. Para Guimarães e Freire (2018, p. 2), é inconcebível atualmente, que as vidas humanas sejam expostas por imperícia ou desconhecimento das ações preventivas para que seja atendida a vida útil das edificações, e ressalta que, de nada adianta as universidades e escolas de engenharia formarem profissionais capazes de executar as mais diversas obras, porém não enfatizar a sua importância em atingir a sua vida útil de projeto.

Nesta monografia, além do desenvolvimento de um *checklist* contendo as boas práticas normativas referentes aos sistemas de impermeabilização aplicáveis em lajes de cobertura sem telhado, busca-se analisar, por meio da aplicação de tal ferramenta em casos oriundos de uma análise documental, qual o grau de aderência de tais práticas e, assim, expor a importância da correta execução de um sistema que, se executado da forma correta, corresponde em média, segundo Porcello (1998) apud Moraes (2002), de 1% a 3% do custo total da obra, enquanto o retrabalho, a manutenção ou até mesmo a execução de uma nova impermeabilização, agregam maiores custos que encarecem a obra.

1.1. JUSTIFICATIVA

Um local que necessita ser impermeabilizado na construção civil são as lajes de cobertura, desde que desprovidas de telhado, foco desta monografia, para as quais será desenvolvido um *checklist* que permita tanto aos profissionais da área, bem como qualquer empresa, seja ela contratante ou contratada, analisar qual o grau de aderência em relação às boas práticas normativas quanto a execução de sistemas de impermeabilização.

Assim, por meio da análise documental de diversos casos, o *checklist* será aplicado para verificar qual a porcentagem de aderência com relação ao que fora citado anteriormente, de modo a contribuir para garantir o melhor desempenho possível de um sistema impermeabilizante, bem como evitar custos desnecessários com retrabalho, manutenção e/ou execução de um novo serviço.

Desta forma, pretende-se responder a seguinte questão: qual o grau de aderência geral de cada obra analisada e parcial de cada etapa existente quanto à execução de sistemas de impermeabilização de lajes de cobertura sem telhado em relação às boas práticas normativas?

1.2. ESTRUTURA DO TEXTO

Este trabalho é composto por mais 6 capítulos, além deste capítulo introdutório.

No capítulo 2 é apresentado o objetivo, no 3 a revisão bibliográfica sobre definições associadas aos sistemas de impermeabilização, bem como suas camadas constituintes, classificações, seleção, projeto, execução, teste de estanqueidade e manutenção de sistemas impermeabilizantes, bem como quais os principais deles adotados em lajes de cobertura. No capítulo 4 - Material e Método é apresentado o detalhamento das etapas e o fluxograma das etapas do desenvolvimento do trabalho. No capítulo 5 - Resultados são apresentados todos os casos analisados por meio de documentos através da aplicação de um *checklist* nos mesmos. No capítulo 6 – Análises e Discussões são analisadas os percentuais obtidos com a aplicação do *checklist* em cada caso, tanto no contexto de cada obra como um todo, quanto de cada etapa de aplicação, além da discussão dos principais itens negligenciados. E, por último, no capítulo 7, as considerações finais. Na sequência estão as Referências e os Apêndices 1, 2 e 3.

2. OBJETIVOS

A presente monografia tem como objetivo geral determinar o grau de aderência quanto à execução de sistemas de impermeabilização de lajes de cobertura sem telhado em relação às boas práticas normativas.

Além do objetivo geral mencionado anteriormente, há diversos objetivos específicos, os quais são etapas necessárias para a realização geral do trabalho e encontram-se listados a seguir:

- indicar quais sistemas são possíveis de serem aplicados em lajes de cobertura;
- detectar, a partir de Normas Técnicas vigentes, quais as etapas necessárias para correta execução dos sistemas aplicáveis e que serão estudados no elemento construtivo em questão;
- elaborar, a partir dos passos estabelecidos, um *checklist* que possibilite a determinação do grau de aderência total e parcial de cada etapa dos casos analisados por meio de documentos em relação às boas práticas;
- determinar qual etapa do processo de impermeabilização apresenta menor conformidade às boas práticas normativas prescritas e, dentro de cada etapa, quais itens são negligenciados em relação aos aspectos normativos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o intuito de descrever o atual estágio do conhecimento em relação ao tema do presente trabalho, porém, sem desprezar o que fora construído ao longo de anos de estudo, a revisão bibliográfica foi dividida em importantes tópicos, tais como: definições dos principais termos associados à impermeabilização; camadas constituintes dos sistemas de impermeabilização; classificação dos sistemas; especificação, projeto, execução, teste de estanqueidade e manutenção dos referidos sistemas; sistemas de impermeabilização para lajes de cobertura.

3.1. DEFINIÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Discorrer sobre a ação da água em estruturas e por consequência, sobre impermeabilização, remete ao passado, em que a população existente naquele momento se abrigava das intempéries nas cavernas ou em quaisquer outros locais que lhes propiciavam o mínimo de conforto, habitabilidade e segurança.

Assim sendo, segundo Picchi (1986), pode-se dizer que os primeiros materiais impermeabilizantes utilizados pelo homem foram os betuminosos (asfaltos e alcatrões), e datam de aproximadamente 3000 A.C., utilizados em terraços, piscinas etc. Já no Brasil, de acordo com Moraes (2002), a impermeabilização teve início com a colonização, na qual as primeiras estruturas impermeabilizadas e feitas por portugueses, foram os fortes e fortalezas, nos quais se utilizaram do óleo de baleia misturado com cal e areia, o que resultava em uma argamassa de grande durabilidade e baixa permeabilidade.

Diferentemente do passado, no qual já fora citado que a maioria dos produtos utilizados com função impermeabilizante eram betuminosos, segundo Schreiber (2012), com o aumento no número de obras na construção civil, consequência da ampliação do setor nos últimos anos, o segmento da impermeabilização vem se renovando de modo a atender todas as demandas através do desenvolvimento de novas tecnologias que atendam, além dos requisitos físicos e mecânicos exigidos, também o conceito de sustentabilidade, que ganhou espaço recentemente.

A impermeabilização dentro da construção civil, de acordo com Picchi (1986), é um serviço especializado, uma vez que exige certa experiência, visto que os pequenos detalhes, quando falhos, são determinantes no resultado do serviço, além do mais, exige o

acompanhamento do surgimento repentino de novos materiais e sistemas, bem como de novas técnicas. Assim sendo, fica nítida a importância da contratação, por parte de qualquer cliente que necessite de um serviço de impermeabilização, de uma empresa especializada no assunto, com experiência e que tenha uma mão de obra qualificada para desenvolver tais atividades.

Algumas definições importantes a serem feitas de modo a evitar confusões relacionam-se aos termos impermeabilização, impermeabilidade e impermeável. Impermeabilização, conforme NBR 9575, é o “conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade”. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p.5).

Já a impermeabilidade, por sua vez, de acordo com a NBR 9575, é definida como sendo a “propriedade de um produto de ser impermeável aos fluidos. A sua determinação está associada a uma pressão limite convencionada em ensaio específico”. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p.4).

Por fim, mas não menos importante, o termo impermeável, conforme NBR 9575, pode ser definido como sendo o “produto (material ou componente) impenetrável por fluidos”. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p.5).

Outra definição relacionada ao termo impermeabilização é dada por Moraes (2002), que a trata como a proteção das construções contra a infiltração da água e deixa claro que o seu sucesso é imprescindível para que não ocorra a degradação dos materiais e prejudique a habitabilidade dos usuários da edificação.

Como comentado, a impermeabilização tem função de proteger as estruturas das diversas formas que as diferentes ações da água podem acarretar as mesmas. Quando se trata das formas pelas quais a água acarreta problemas em elementos construtivos, destaca-se a água de condensação, de percolação, sob pressão negativa e sob pressão positiva.

3.1.1. AGENTES INTERVENIENTES NO DESEMPENHO DA IMPERMEABILIZAÇÃO

A água de condensação, segundo a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 1), é proveniente, como o próprio nome sugere, da condensação da água presente no ambiente sobre a superfície de diversos elementos construtivos quando ela se encontra em determinadas condições de temperatura e pressão.

Já a água de percolação, conforme NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 1), é atuante sobre as superfícies e que não exerça pressão hidrostática superior a 1 kPa, ou 0,1 m.c.a.

A água sob pressão negativa, conforme NBR 9575, “confinada ou não, exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa, de forma inversa à impermeabilização”. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p.1).

Por fim, a água sob pressão positiva, conforme NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 2), consiste na água confinada ou não, que exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa, de forma direta à impermeabilização.

3.2. CAMADAS CONSTITUINTES DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A impermeabilização é formada a partir da escolha de um sistema de impermeabilização que, de acordo com a NBR 9575, trata-se do conjunto de produtos e serviços (insumos) dispostos em camadas ordenadas, destinado a conferir estanqueidade, ou seja, impedir a penetração ou passagem de fluidos, em uma construção (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 6).

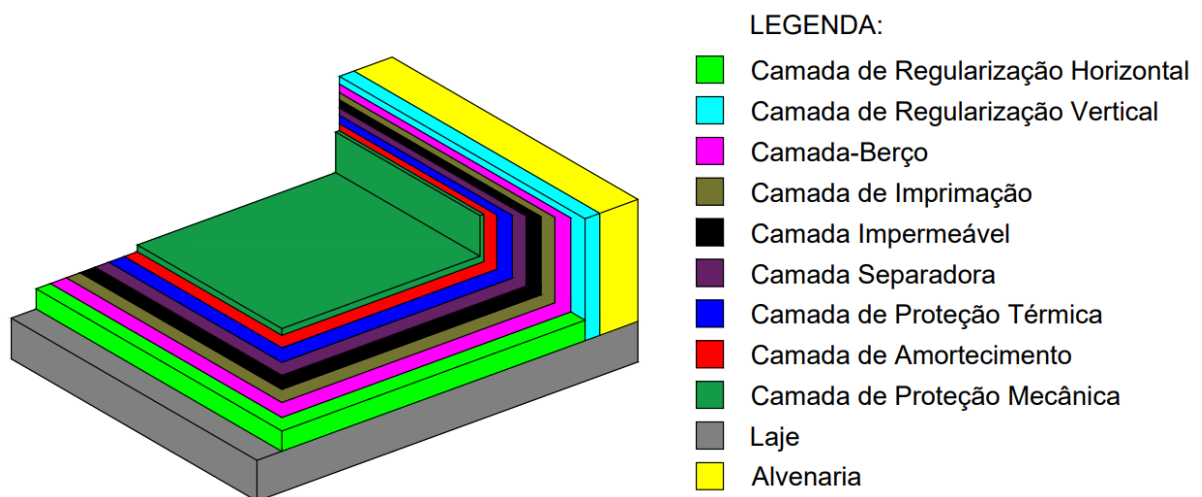
De acordo com a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 3, 4), as camadas constituintes de um sistema de impermeabilização são:

- camada de regularização horizontal ou contrapiso (regulariza o substrato horizontal, resultando em uma superfície com caimento adequado, uniforme, coesa e perfeitamente aderida e adequada à camada impermeável);
- camada de regularização vertical (regulariza o substrato vertical, resultando em uma superfície uniforme, coesa e perfeitamente aderida e adequada à camada impermeável);
- camada-berço (possui função de apoio e proteção da camada impermeável contra agressões provenientes do substrato);
- camada de imprimação (estrato com função de auxiliar na aderência da camada impermeável, o qual é aplicado no substrato a ser impermeabilizado);
- camada impermeável (promove uma barreira contra a passagem de fluidos);
- camada separadora (possui função de evitar a aderência de outros materiais sobre a camada impermeável);

- camada de proteção térmica (possui função de reduzir o gradiente de temperatura atuante sobre a camada impermeável, protegendo-a contra o calor excessivo).
- camada de amortecimento (estrato com função de absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos que atuam sobre a camada impermeável, protegendo-as);
- camada de proteção mecânica (absorve e dissipa os esforços estáticos ou dinâmicos que atuam sobre a camada impermeável, protegendo-as).

Na Figura 2, a seguir, são ilustradas as camadas constituintes do sistema de impermeabilização, cuja composição será diferenciada em função do tipo de sistema de impermeabilização.

Figura 2: Camadas constituintes do sistema de impermeabilização



Fonte: Próprio autor.

3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Com relação à classificação dos sistemas impermeabilizantes, de acordo com o Guia Orientativo para o desempenho dos sistemas de impermeabilização (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO; 2023, p. 5, 6, 7), esta é realizada de acordo com os seguintes critérios: classificação por composição do material constituinte principal, classificação quanto ao desempenho, quanto à flexibilidade, quanto à forma de apresentação, quanto à exposição ao intemperismo e quanto à aderência.

A seguir, a explicação pertinente a cada um dos critérios de classificação mencionados anteriormente, serão realizados de acordo com o Guia Orientativo para o desempenho dos sistemas de impermeabilização (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO; 2023,

p. 5, 6, 7) e a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 7, 8).

3.3.1. QUANTO AO MATERIAL DA CAMADA IMPERMEABILIZANTE

Com relação a classificação por composição do material constituinte principal, estes devem atender aos requisitos de normas brasileiras específicas ou, na sua ausência, de normas internacionais. A seguir, no Quadro 1, de acordo com a composição do material, são apresentadas as classes as quais pertencem baseando-se no Guia Orientativo para o desempenho dos sistemas de impermeabilização (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO; 2023, p. 6) e na NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 7, 8).

Quadro 1: Classificação conforme composição do material - continua

Classe	INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO – IBI (2023)	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 9575:2010
	Descrição dos Materiais	Descrição dos Materiais
Cimentícios	Argamassa impermeável	Argamassa com aditivo impermeabilizante
	Argamassa polimérica industrializada para impermeabilização	Argamassa polimérica
	NADA CONSTA	Argamassa modificada com polímero
	NADA CONSTA	Cimento modificado com polímero
	Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento	NADA CONSTA
Cristalizantes	Redutor de permeabilidade por cristalização integral dosado em concreto	NADA CONSTA
	Redutor de permeabilidade por cristalização integral aplicado sobre concreto	NADA CONSTA
Asfálticos	Membrana asfáltica para impermeabilização com estruturante aplicada a quente	NADA CONSTA
	Asfalto elastomérico para impermeabilização	Membrana de asfalto elastomérico
	Emulsão asfáltica para impermeabilização	Membrana de emulsão asfáltica
	Membrana de asfalto elastomérico para impermeabilização aplicada a frio	Membrana de asfalto elastomérico, em solução
	NADA CONSTA	Membrana de asfalto modificado sem adição de polímero
	Manta asfáltica para impermeabilização	Manta asfáltica
Poliméricos	Membrana de poliuretano com asfalto para impermeabilização	Membrana de poliuretano modificado com asfalto
	Membrana de poliureia e híbrido de poliureia/poliuretano	Membrana de poliureia

Quadro 1: Classificação conforme composição do material - conclusão

Classe	INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO – IBI (2023)	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 9575:2010
	Descrição dos Materiais	Descrição dos Materiais
Poliméricos	Membrana de poliuretano para impermeabilização	Membrana de poliuretano
	Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento	Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento
	Membrana acrílica para impermeabilização	Membrana acrílica para impermeabilização
	Membrana epoxídica	Membrana epoxídica
	Manta de acetato de etilvinila (E.V.A.)	Manta de acetato de etilvinila (E.V.A.)
	Manta de policloreto de vinila (P.V.C)	Manta de policloreto de vinila (P.V.C.)
	Manta de polietileno de alta densidade (P.E.A.D.)	Manta de polietileno de alta densidade (P.E.A.D.)
	Manta elastomérica de etilenopropileno-dieno-monômero (E.P.D.M.)	Manta elastomérica de etilenopropileno-dieno-monômero (E.P.D.M.)
	Manta de poliolefina termoplástica (T.P.O.)	NADA CONSTA
	NADA CONSTA	Membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado
	NADA CONSTA	Membrana elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R.), em solução
	NADA CONSTA	Membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S.)
	NADA CONSTA	Membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno-ruber (S.B.R.)
	NADA CONSTA	Manta elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R.)

Fonte: Adaptado de Guia Orientativo para o desempenho dos sistemas de impermeabilização (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO; 2023, p. 6) e NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 7, 8)

3.3.2. QUANTO AO DESEMPENHO

Com relação ao desempenho, a classificação da camada impermeável deve ser feita de acordo com o tipo de atuação da água na qual estará sujeita, seja por percolação de água, água com pressão negativa ou positiva, umidade do solo ou até mesmo a água de condensação.

3.3.3. QUANTO À FLEXIBILIDADE

Quanto à flexibilidade do sistema, estes são divididos em rígidos e flexíveis. Os sistemas rígidos englobam o conjunto de materiais ou produtos que não apresentam comportamento flexível, além da norma do produto não apresentar requisitos/ metodologia de avaliação de flexibilidade. Já os sistemas flexíveis, por sua vez, consistem em conjunto de materiais ou produtos que apresentam características de flexibilidade, os quais são aplicados em elementos construtivos que possuem comportamento e deformações admissíveis.

3.3.4. QUANTO À FORMA DE APRESENTAÇÃO OU AO MÉTODO DE EXECUÇÃO

Quanto à forma de apresentação, na qual são divididos em sistemas moldados no local (obtidos pela aplicação de diversas camadas formando um sistema monolítico e sem emendas, sendo denominados de membranas, aplicadas a frio ou a quente) e sistemas pré-fabricados (produtos prontos de fábrica, os quais necessitam de soldagem ou colagem entre elas, tanto a frio como a quente ou com maçarico a gás).

3.3.5. QUANTO À EXPOSIÇÃO AO INTEMPERISMO

Quanto à exposição ao intemperismo, há três maneiras nas quais tal solicitação pode ser imposta: resistentes (não possuem camada de autoproteção incorporada e não recebem camadas sobrepostas à camada impermeável), auto-protegidos (possuem camada de autoproteção incorporada e só aceitam o trânsito eventual de pessoas) e os pós-protegidos (os quais recebem camadas sobrepostas e assim, aceitam tanto o trânsito de pessoas como o de veículos).

3.3.6. QUANTO À ADERÊNCIA

Por fim, mas não menos importante, quanto à aderência, os sistemas de impermeabilização são divididos em sistemas aderidos ao substrato, não aderidos ao substrato e parcialmente aderidos ao substrato somente em áreas determinadas.

3.4. SELEÇÃO, PROJETO, EXECUÇÃO, TESTE DE ESTANQUEIDADE E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES

3.4.1. SELEÇÃO

De acordo com a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 10), a seleção da solução adequada para impermeabilização de elementos construtivos que a requeiram, deve ser determinada de acordo com a solicitação imposta pelo fluido nos mesmos, seja através da água de percolação, condensação, pela umidade do solo ou pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

Já para Verçozza (1985), a seleção do sistema de impermeabilização é uma árdua tarefa, uma vez que para tal, é necessário conhecer as condições locais, a superfície a impermeabilizar, a durabilidade pretendida, segurança desejada, o preço dos insumos, a qualidade da mão de obra, a utilização a qual a superfície se destina, bem como a dificuldade de execução do sistema em si.

Assim sendo, Verçozza (1985) destaca alguns princípios de ordem geral para auxiliar na escolha do sistema a ser utilizado com base em suas experiências e recomendações, as quais são apresentadas a seguir:

- optar, se possível, por impermeabilização por membranas, de modo a prevenir as infiltrações por capilaridade e percolação;
- quando houver pressão superior a 1,5 metros de coluna de água, preferir impermeabilizações rígidas;
- quando houver água sob pressão junto da possibilidade de percolação da mesma, preferir impermeabilização rígida complementada por membrana;
- na presença de grandes áreas, não utilizar o concreto impermeável como impermeabilizante, uma vez que a fissuração destrói a vedação;
- em paredes onde haja possibilidade de grandes variações térmicas, não utilizar revestimentos impermeáveis, visto que a variação volumétrica acarretará fissurações;

- manchas circulares localizadas em paredes de concreto, indicam ninhos sem concreto, sendo necessário portanto, utilizar injeções para eliminá-las;
- manchas de umidade dispersas em paredes de concreto, indicam concreto poroso, sendo necessário portanto, corrigi-las com revestimentos impermeáveis;
- no caso de membranas impermeáveis, as asfálticas são melhores, mesmo sendo as mais caras (no momento da escrita da bibliografia utilizada), são as mais seguras e mais fáceis quando é necessário localizar algum vazamento;
- nas impermeabilizações em lençol e de difícil acesso posterior, utilizar elastômeros;
- em superfícies onde ocorram vibrações constantes, preferir impermeabilizações flutuantes.

Na opinião de Moraes (2002), a seleção dos produtos impermeabilizantes a serem utilizados deve ocorrer primeiramente em função das formas de solicitações impostas pela água, porém, outros fatores também são essenciais nessa decisão, tais como: facilidade e rapidez de execução, custo do sistema e a experiência acumulada tanto pelo aplicador, como pelo cliente, em relação ao produto em questão. Ainda segundo o mesmo autor, a escolha do sistema impermeabilizante em si, está condicionada a diversos fatores como a forma da estrutura, a deformação admissível pela mesma, o tipo de exposição, a pressão da água e a direção da mesma e os custos.

Já para Yazigi (1997), a escolha do sistema impermeabilizante a ser empregado em um elemento construtivo é determinada em função da dimensão da obra, a forma da estrutura, das interferências existentes na área, ao custo e a vida útil requerida.

Entende-se por vida útil de uma impermeabilização, segundo Yazigi (1997), como o período decorrido da execução dos serviços até o momento em que as partes do sistema alcancem um ponto no qual seu desempenho desejável não é mais atendido, requerendo a manutenção ou reparação.

3.4.2. PROJETO

Um dos pontos mais importantes que se tem e que engloba tanto a especificação, quanto a execução do sistema é o projeto de impermeabilização, o qual de acordo com a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 6), trata-se do “conjunto de informações gráficas e descritivas que definem integralmente as características

de todos os sistemas de impermeabilização empregados em uma dada construção, de forma a orientar inequivocamente a produção deles”.

O projeto de impermeabilização é constituído por três etapas sucessivas, são elas: estudo preliminar, projeto básico e projeto executivo.

O estudo preliminar, de acordo com a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 6), trata-se do

Conjunto de informações legais, técnicas e de custos, composto por dados analíticos que tem como objetivo determinar e quantificar as áreas a serem impermeabilizadas, de forma a atender às exigências de desempenho em relação estanqueidade dos elementos construtivos e a durabilidade frente à ação de fluidos, vapores e umidade.

O projeto básico de impermeabilização, de acordo com a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 6), trata-se do

Conjunto de informações gráficas e descritivas que definem as soluções de impermeabilização a serem adotadas numa dada construção, de forma a atender às exigências de desempenho em relação à estanqueidade dos elementos construtivos e durabilidade frente a ação de fluidos, vapores e umidade. Pela sua característica, deve ser feito durante a etapa da coordenação geral das atividades de projeto.

Já o projeto executivo de impermeabilização, por sua vez, de acordo com a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 6), trata-se do

Conjunto de informações gráficas e descritivas que detalha e especifica, integralmente e de forma inequívoca, todos os sistemas de impermeabilização a serem empregados numa dada construção. Pela sua característica, um projeto especializado e deve ser feito concomitantemente aos demais projetos executivos.

Nos últimos anos, de acordo com Guimarães e Freire (2018), os profissionais que necessitam de trabalhos de impermeabilização têm recorrido a especialistas, iniciando assim, uma busca por projetos elaborados. Porém, infelizmente, como já ressaltava Picchi (1986), em alguns casos, o projeto de impermeabilização é inexistente e a empresa impermeabilizadora é chamada somente quando a edificação já está quase concluída, assim sendo, na maioria das vezes não foram previstos certos detalhes construtivos que acabam impedindo a adoção de determinados sistemas que necessitem de mais espessura, como no caso das mantas asfálticas.

A falta de um projeto de impermeabilização, como relata Moraes (2002), gera inúmeras dificuldades, tanto na fiscalização dos serviços, na indefinição de qual ou quais materiais utilizar e em detalhes, acarretando assim vários problemas que comprometem a habitabilidade e o conforto dos usuários.

Além da ausência de projeto, em alguns casos, este, quando existente, é desenvolvido de forma isolada para uma edificação, o que acarreta problemas de compatibilização com

outros sistemas nos quais uma edificação é composta. De acordo com Guimarães e Freire (2018), é comum verificar desenhos com soluções inexequíveis, cronogramas incoerentes e planejamentos padronizados que em muitos dos casos, não correspondem a uma sequência executiva viável, inviabilizando assim, a compatibilização com as demais fases construtivas.

Fica claro portanto que, além do projeto de impermeabilização ser indispensável, deve ser compatibilizado com os demais sistemas de uma edificação de modo a assegurar a sua estanqueidade, a qual, de acordo com o Guia Orientativo para o desempenho dos sistemas de impermeabilização (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO; 2023, p. 7), é garantida caso os seguintes procedimentos sejam atendidos:

- possuir um projeto executivo de impermeabilização rico em detalhes e que fora elaborado por profissional habilitado para tal;
- materiais dos sistemas impermeabilizantes sejam de qualidade;
- mão de obra capacitada para desenvolver uma execução com qualidade;
- efetuar o correto dimensionamento das diversas camadas do sistema;
- possuir adequação e compatibilização com as interfaces dos demais sistemas existentes;
- efetuar a avaliação da conformidade, o controle da qualidade e um acompanhamento constante por profissional habilitado;
- execução correta dos detalhes de impermeabilização;
- fornecer prazos possíveis de serem cumpridos na execução do mesmo e realizar ensaios e testes no sistema aplicado;
- efetuar manutenções conforme o recomendado, de modo a promover a preservação da impermeabilização;
- os sistemas adotados estejam em conformidade às normas técnicas da ABNT vigentes.

3.4.3. EXECUÇÃO

Com relação a execução do sistema de impermeabilização propriamente dito, de acordo com Righi (2009), é muito mais fácil e econômico realizá-la durante a obra e quando está prevista em projeto, do que esperar os problemas aparecerem após a sua entrega para então tomar alguma atitude, o que pode chegar a custar até quinze vezes mais quando comparado com a primeira alternativa.

Antes da execução da impermeabilização, é necessário que o profissional habilitado para executar tal serviço, juntamente com os responsáveis pela obra, atentem-se aos detalhes construtivos. Para Picchi (1986), o sucesso de uma impermeabilização depende de uma série de detalhes, os quais garantem a estanqueidade nos pontos críticos como, por exemplo, os ralos.

De acordo com a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2010, p. 13, 14), é necessário que o projeto executivo de impermeabilização atenda aos seguintes detalhes construtivos:

- o substrato das áreas horizontais deve possuir inclinações de no mínimo 1% em direção aos coletores de água, porém as mesmas devem ser definidas após o estudo do escoamento;
- o diâmetro nominal mínimo dos coletores deve ser de 75 milímetros, os quais devem estar fixados à estrutura de modo a possibilitar sua manutenção após a execução da impermeabilização;
- nos planos verticais, para os sistemas que exigirem, deverá ser previsto o encaixe para embutimento a uma altura mínima de 20 centímetros acima do nível do piso acabado ou 10 centímetros do nível máximo que a água pode alcançar;
- para perfeita ancoragem da impermeabilização, nos locais limites entre as áreas externas e internas, deve haver desnível de no mínimo 6 centímetros em direção à área externa;
- para as instalações que necessitem serem fixadas na estrutura em mesmo nível da impermeabilização, bem como das tubulações que a atravessem, devem possuir detalhes específicos de arremate e reforços;
- tubulações hidráulicas, elétricas, de gás ou outras que passem paralelamente sobre a laje, devem ser executadas sempre sobre a impermeabilização e nunca sob ela e, quando aparentes, devem ser executadas no mínimo 10 centímetros acima do nível do piso acabado;
- para tubulações embutidas na alvenaria, a proteção para a fixação da impermeabilização deverá ser prevista;
- para tubulações externas às paredes, as mesmas devem ser afastadas entre elas, no mínimo, por 10 centímetros;

- na presença de tubulações de água quente embutidas ou sistemas de aquecimento de pisos, a isolamento térmica deve ser prevista;
- toda aresta (encontro entre planos vertical e horizontal) deve possuir detalhes específicos, bem como, quando o sistema requerer, tais locais deverão ser arredondados;
- os planos verticais devem ser impermeabilizados com elementos rigidamente fixados às estruturas até o arremate da impermeabilização, na qual os reforços necessários devem ser previstos;
- Após a execução das proteções mecânicas sobre os locais que a necessitarem, tais devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidas com materiais deformáveis;
- as juntas de dilatação devem ser divisoras de água com cota mais elevada no nivelamento do caimento;
- áreas com desvão devem receber impermeabilização tanto na laje superior como recomenda-se também na laje inferior;
- em ambientes nos quais a impermeabilização for executada sobre contrapiso, este deve estar perfeitamente aderido ao substrato.

Já com relação a execução dos vários sistemas impermeabilizantes existentes, a NBR 9574 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2008, p. 1) destaca alguns requisitos gerais que são necessários para todos os tipos, como: todas as áreas que demandem estanqueidade, devem ser impermeabilizadas; já os tipos de impermeabilização que precisam do substrato de aplicação seco, a regularização deve ter idade mínima de sete dias e, por fim, para superfícies sujeitas à água sob pressão positiva devem receber a impermeabilização na face de atuação da água.

Ainda de acordo com a NBR 9574 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2008, p. 2), independentemente do tipo de impermeabilização empregada, seja ela rígida ou flexível, apesar de cada uma possuir particularidades executivas, a referida bibliografia elenca tópicos que são comuns a todos os sistemas apresentados, como é o caso da preparação do substrato, a aplicação do tipo de impermeabilização e a proteção do sistema, mesmo que alguns não requeiram tal atividade.

3.4.4. TESTE DE ESTANQUEIDADE

Uma atividade imprescindível de ser realizada após a aplicação e antes da proteção do sistema impermeabilizante é o teste de estanqueidade, o qual, de acordo com a NBR 9574 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2008, p. 13), deve ser feito com água limpa e ter duração mínima de 72 horas, a fim de verificar falhas durante a execução dos serviços de impermeabilização nos locais que a requeiram.

O teste corriqueiramente utilizado e de grande eficácia é o com lâmina de água, o qual, antes de sua realização, segundo o Guia Orientativo para o desempenho dos sistemas de impermeabilização (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO; 2023, p. 29), deve-se verificar todas as emendas e arremates, bem como avaliar o local e prever corretamente o armazenamento temporário da água através de barreiras ou vedações e assegurar uma lâmina mínima de 5 centímetros sobre a camada impermeável. Após o tempo mínimo requerido de 72 horas, deve-se verificar a face inferior da laje, quando possível, bem como se há a formação de bolhas ou movimentações circulares de água sobre a superfície, para então esgotar a área e realizar uma vistoria final na camada impermeável, pressionando as emendas e pontos críticos para verificar a existência de eventuais bolhas.

Ainda de acordo com o Guia Orientativo para o desempenho dos sistemas de impermeabilização (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO; 2023, p. 29 - 37), há vários outros tipos de testes de estanqueidade, incluindo testes complementares, a saber:

- teste de lâmina da água com marcador fotoluminescente, fluorescente ou corante;
- teste com Holiday Detector;
- teste com a tecnologia de Mapeamento Vetorial de Campo Elétrico;
- termografia infravermelha;
- videoscopia para áreas confinadas e locais de difícil acesso;
- inspeção visual por drones;
- resistividade elétrica superficial;
- teste de umidade superficial do substrato pelos métodos da folha plástica e da impedância elétrica;
- medição da umidade relativa do concreto;
- escaneamento por georadar;

3.4.5. MANUTENÇÃO

Outro ponto necessário para que o sistema tenha uma vida útil longínqua é a correta inspeção e a sua manutenção. De acordo com o Guia Orientativo para o desempenho dos sistemas de impermeabilização (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO; 2023, p. 37), além da vida útil de projeto, outros pontos que interferem na vida útil total são as características dos materiais, a qualidade da construção, o correto uso, operação, limpeza e manutenção dos sistemas, alterações climáticas e níveis de poluição da obra, bem como a modificação dos arredores da obra com o passar do tempo.

Com relação a inspeção da impermeabilização, segundo o Guia Orientativo para o desempenho dos sistemas de impermeabilização (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO; 2023, p. 39), trata do conjunto de técnicas visuais ou com auxílio de equipamentos com o objetivo de analisar as condições e desempenho do referido sistema, a qual pode ser dividida em inspeção de recebimento (quando o serviço é entregue), inspeção periódica (relacionada a um período pré-determinado e programado) e inspeção emergencial (quando um problema é detectado de modo a avaliar a sua extensão e gravidade).

Por fim, a manutenção da impermeabilização, ainda segundo o Guia Orientativo para o desempenho dos sistemas de impermeabilização (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO; 2023, p. 39), trata-se do conjunto de atividades que procuram conservar ou recuperar o sistema de impermeabilização e necessitam do acesso e liberação da área danificada, segurança e proteção dos operadores e usuários, bem como a destinação adequada dos resíduos. Em relação aos tipos de manutenção, há a de caráter corretivo (emergencial e imediata), a de caráter preditivo (com base em uma variável de desempenho quando o sistema começa a apresentar indícios de perda de desempenho) e a de caráter preventivo (com base na variável de tempo, realizada periodicamente).

3.5. SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EMPREGADOS EM LAJES DE COBERTURA

As lajes de cobertura, também denominadas por sistema de cobertura, segundo a NBR 15575-5 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2013, p. 7), corresponde ao conjunto de elementos e componentes no topo da construção, os quais possuem função de assegurar a estanqueidade e salubridade, protegendo os demais sistemas da edificação e contribuindo para o seu conforto termoacústico.

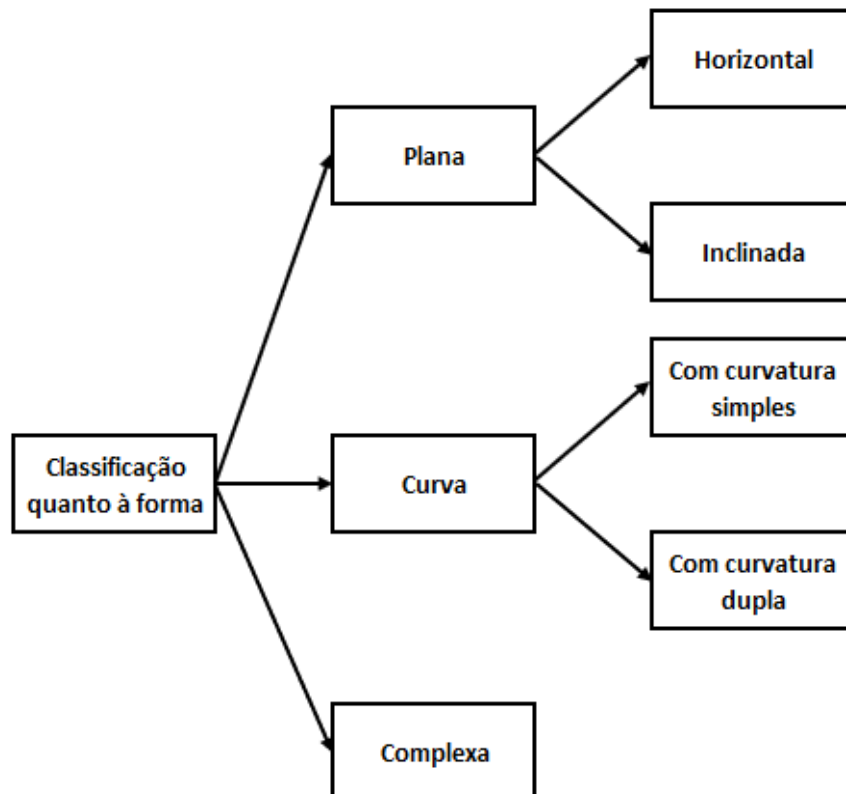
Outro termo importante de definir é cobertura-terraço, o qual, também, de acordo com a NBR 15575-5 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; 2013, p. 7), trata-se

da cobertura de ambientes habitáveis a qual disponibiliza sua área de forma parcial ou total com acesso, para o desenvolvimento de atividades.

Como é de se esperar dentro de um universo no qual existem diversas soluções a serem empregadas de acordo com a demanda, como é o caso da construção civil, para as lajes de cobertura não seria diferente. Assim sendo, Perdigão (2007) apud Righi (2009), menciona e classifica os tipos de coberturas existentes, as dividindo em: coberturas não acessíveis (não utilizadas para circulação de pessoas, exceto para manutenções eventuais), coberturas acessíveis (utilizadas para livre circulação de pessoas ou veículos, demandando assim, uma camada de proteção mecânica sobre a impermeável) e coberturas ajardinadas (as quais se colocam jardins com todo o tipo de vegetação, apresentando assim, características especiais).

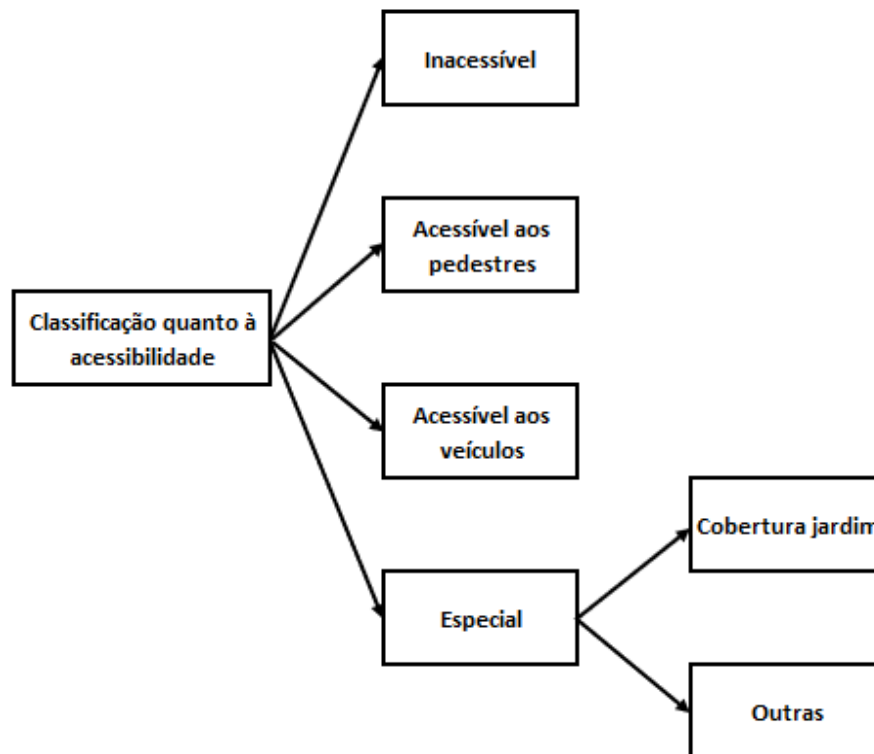
Outras maneiras de classificar as lajes de cobertura, segundo Picchi (1986), é com relação a forma e acessibilidade das mesmas, as quais são apresentadas nas Figuras 3 e 4, a seguir:

Figura 3: Classificações das coberturas quanto à forma



Fonte: Adaptado de Picchi (1986)

Figura 4: Classificações das coberturas quanto à acessibilidade



Fonte: Adaptado de Picchi (1986)

As lajes de cobertura, bem como os terraços, como orienta Polisseni (1993) apud Moraes (2002), não podem ser projetados nem executados como quaisquer outras estruturas de outros pavimentos de uma edificação, uma vez que elas estão expostas às intempéries.

Assim sendo, como destaca Moraes (2002), é primordial a interação entre os profissionais responsáveis pela qualidade da laje de cobertura, tanto nas fases de cálculo estrutural, quanto na determinação do sistema impermeabilizante e durante a execução.

De acordo com Picchi (1986), uma estrutura de concreto não é capaz de atender de forma isolada a todas as solicitações impostas por uma cobertura, como estanqueidade e isolamento térmica por exemplo. Assim sendo, algumas camadas extras são necessárias para garanti-las.

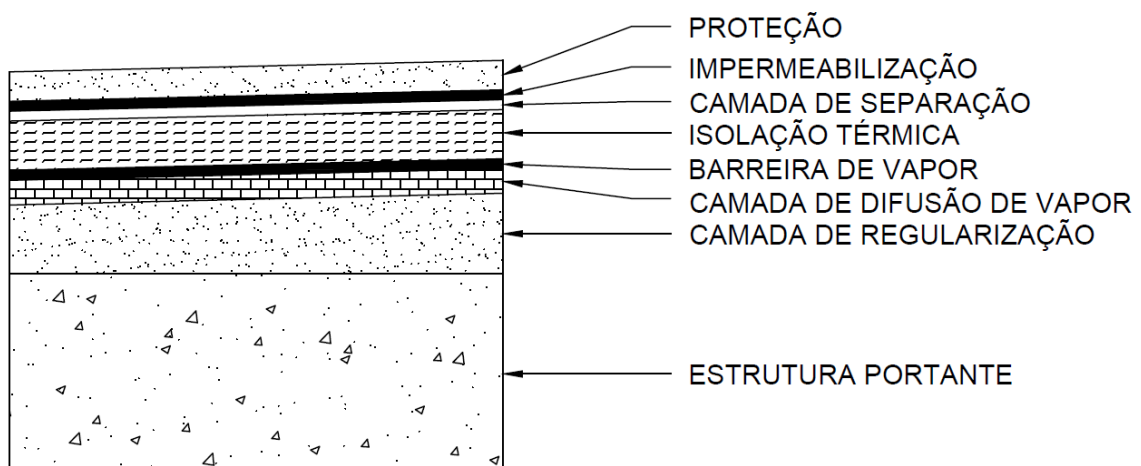
Desta forma, segundo Picchi (1986), para uma cobertura em concreto, são consideradas as seguintes partes, a saber:

- suporte da impermeabilização: camada na qual a impermeabilização é diretamente aplicada;
- estrutura portante: destinada a resistir ao peso próprio e as solicitações impostas, constituindo assim, o suporte da impermeabilização;

- camada de regularização: prepara o suporte da impermeabilização para recebê-la, cumprindo algumas funções como suprimir as irregularidades existentes, dar acabamento adequado em cantos e arestas e propiciar caimento mínimo quando o substrato não o propiciar por si só;
- impermeabilização: camada impermeável que promove estanqueidade à estrutura;
- camada de separação: colocada entre duas camadas de modo a impedir a aderência entre ambas;
- isolamento térmica: constituído por uma ou mais camadas de produtos isolantes de modo a reduzir as trocas de calor do meio externo para o interno;
- obstáculos contra a transmissão de vapor de água, como a barreira de vapor e camada de difusão e equalização da pressão de vapor;
- proteção: camada sobreposta à impermeabilização com função de protegê-la contra a ação de agentes atmosféricos e ações mecânicas.

Na Figura 5, a seguir, apresenta-se o corte de uma laje de cobertura em que se observa as partes que compõem o sistema de impermeabilização, podendo algumas partes serem omitidas em alguns casos ou possuir ordem divergente da apresentada. (PICCHI, 1986).

Figura 5: Partes da cobertura



Fonte: Adaptado de Picchi (1986)

O mesmo autor destaca ainda que, algumas destas partes podem não existir ou apresentar ordem de disposição diversa da comumente realizada, a depender das solicitações a serem atendidas.

Já para Moraes (2002), os serviços a serem executados acima da laje de cobertura são: regularização, caimentos, impermeabilização, isolamento térmico quando necessário e proteção mecânica.

A camada de impermeabilização mencionada anteriormente se faz necessária somente pois, de acordo com Verçoza (1985), todo concreto deveria ser teoricamente impermeável, mas na prática não é o que se observa, visto que as infiltrações ocorrem através dos pequenos capilares que se formam na cura do concreto ou ainda, devido ao descolamento entre a pasta e os grãos de agregado.

A correta especificação do sistema impermeabilizante a ser utilizado, como já fora explicitado anteriormente, é de suma importância para evitar a ocorrência de diversos problemas. Conforme destaca Moraes (2002), para garantir um bom serviço de impermeabilização, além da necessidade da boa qualidade dos materiais utilizados, os quais devem atender as normas técnicas correspondentes e vigentes, também se faz necessário levar em consideração alguns fatores importantes, tais quais: qual a forma da estrutura, sua deformação admissível e o grau seu de exposição, qual a pressão da água e sua direção, qual o efeito arquitetônico que é esperado e os custos envolvidos.

Ainda de acordo com Moraes (2002), para uma escolha técnica do sistema a ser empregado, são considerados: impermeabilidade dos materiais, sua elasticidade, proteção mecânica, isolamento térmico e durabilidade.

Como, infelizmente, ainda é possível observar atualmente, há um déficit de profissionais capacitados para especificar corretamente os sistemas impermeabilizantes de acordo com os elementos construtivos que os requeiram e, de acordo com Picchi (1986, p. 24) “a deficiência começa nas escolas, nas quais muito pouco, ou em algumas vezes nada, é informado a respeito da tecnologia de impermeabilização”.

Em decorrência do que fora explicitado, surgem inúmeros problemas, os quais, explica Picchi (1986), são responsáveis por inúmeros insucessos de impermeabilizações em coberturas por exemplo, o que desperta preconceito e desconfiança com tal atividade no referido elemento construtivo, fazendo com que engenheiros e arquitetos só a utilizem em último caso.

Independentemente da tecnologia empregada na impermeabilização de coberturas e terraços, de acordo com Verçoza (1985), existem algumas generalidades as quais devem ser seguidas, a saber:

- existência de caimentos uniformes com no mínimo 1% de inclinação em direção dos condutores de águas pluviais;

- superfície nivelada a régua com textura uniforme e levemente áspera, porém, sem a presença de pontas;
- realizar arredondamento em cantos e arestas;
- realizar o embutimento das bordas da impermeabilização que o requeiram;
- em ralos, a impermeabilização deverá adentrar o mesmo;
- ter muito cuidado em escadas e soleiras;
- as soleiras e marcos das portas devem ficar aproximadamente 3 centímetros acima da impermeabilização;
- efetuar a colocação de mastros, grades, antenas e outros detalhes antes da impermeabilização, de modo que o rodapé o envolva;
- em áreas superiores a 100 metros quadrados, bem como em distâncias retilíneas superiores a 12 metros, recomenda-se a colocação de isolamento térmico de modo a evitar o trabalho excessivo do concreto;
- para tubulações de água quente próximas de impermeabilizações asfálticas, é necessário isolá-las de modo a evitar o amolecimento do asfalto;
- é proibido o trânsito de pessoas sobre o sistema antes deste estar devidamente protegido.

Já com relação aos materiais utilizados para impermeabilizar as lajes de cobertura, é válida uma comparação entre épocas distintas, no caso, 1986 (Quadro 2) e 2023 (Quadro 3).

Quadro 2: Sistemas de impermeabilização utilizados em coberturas de concreto no Brasil em 1986

Local de aplicação	Descrição dos sistemas	Normatizados ou não naquele ano?
Coberturas de concreto	Feltro asfáltico e asfalto	Sim
	Emulsão asfáltica e véu de fibra de vidro	Sim
	Membranas asfálticas	Não
	Neoprene e hypalon	Sim
	Membranas acrílicas	Não
	Membranas de polímeros	Não
	Manta de butil	Sim
	Manta de PVC	Sim
	Mantas de asfalto	Não

Fonte: Adaptado de Picchi (1986)

Quadro 3: Sistemas de impermeabilização utilizados em coberturas de concreto no Brasil em 2023

Local de aplicação	Descrição dos sistemas	Norma correspondente	Observações
Coberturas utilizáveis com ou sem jardim	Asfalto elastomérico Tipo I e Tipo II para impermeabilização	ABNT NBR 13121:2009	1, 3, 5, 6, 9
	Membrana de poliuretano com asfalto para impermeabilização	ABNT NBR 15414:2006	1, 3, 5, 6, 9
	Membrana de poliuretano para impermeabilização	ABNT NBR 15487:2007	1, 3, 6, 7, 9, 11
	Membrana de polímero acrílico com cimento para impermeabilização	Tabelas 1 e 2 da ABNT NBR 15885:2010	1, 3, 5, 6
	Manta asfáltica para impermeabilização com necessidade de proteção mecânica	ABNT NBR 9952:2014	5, 6, 12
	Impermeabilização com mantas de cloreto de polivinila PVC	ABNT NBR 9690:2007	5, 6, 9, 13, 15
	Mantas de elileno-propileno-monômero (EPDM)	ABNT NBR 11797:1992	6, 16, 17, 19, 20, 21
Coberturas não utilizáveis	Emulsão asfáltica para impermeabilização	Tabela 1 da ABNT NBR 9685:2005	1, 5, 6, 7
	Asfaltos modificados para impermeabilização sem adição de polímeros	ABNT NBR 9910:2002	1, 3, 5, 6, 7
	Asfalto elastomérico Tipo I e Tipo II para impermeabilização	ABNT NBR 13121:2009	1, 3, 5, 6, 7
	Membrana acrílica para impermeabilização	Tabelas 1 e 2 ABNT NBR 13321:2008	1, 3, 10
	Membrana de poliuretano com asfalto para impermeabilização	ABNT NBR 15414:2006	1, 3, 5, 6, 7, 9
	Membrana de poliuretano para impermeabilização	ABNT NBR 15487:2007	1, 3, 5, 6, 7, 9
	Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento para impermeabilização	Tabelas 1 e 2 da ABNT NBR 15885:2010	1, 3, 6, 9, 11
	Manta asfáltica para impermeabilização com proteção mecânica	ABNT NBR 9952:2014	5, 12
	Manta asfáltica para impermeabilização autoprotégidas	ABNT NBR 9952:2014	-
	Impermeabilização com mantas de cloreto de polivinila PVC	ABNT NBR 9690:2007	9, 11, 13, 15
	Mantas de elileno-propileno-monômero (EPDM)	ABNT NBR 11797:1992	16, 17, 19

Fonte: Adaptado de Guia Orientativo para o desempenho dos sistemas de impermeabilização (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO; 2023, p. 19)

Os respectivos números presentes na coluna de observações são relativos a:

1. O Consumo deve ser fornecido pelo fabricante;
3. Necessário efetuar consulta com o fabricante quanto à necessidade de reforço com estruturante;
5. Deverá ser executada uma proteção mecânica;
6. Em locais com jardins sobre a proteção mecânica, deve ser utilizada uma pintura anti raiz suplementar;
7. Em calhas, deve ser definida em projeto a necessidade de execução de uma proteção mecânica ou pintura protetora quando exposta aos raios solares;
9. Tal sistema referente a essa observação não prevê a umidade negativa. Caso a mesma ocorra, no local deverá, portanto, ser impermeabilizado primeiramente a estrutura com sistemas que garantem a umidade negativa;
10. A regularização deverá possuir caimento mínimo de 2% conforme norma ABNT NBR 13321;
11. Deve ser definido em projeto a necessidade de execução de uma proteção mecânica;
12. Em jardins, a manta asfáltica anti raiz pode ser adotada, ficando a cargo do projetista a adoção ou não de pintura anti raiz suplementar;
13. Nesse caso, deve haver em projeto e por indicação dos fabricantes, a fixação mecânica do sistema;
15. É necessária a execução de um berço amortecedor de não tecido de polipropileno/poliéster com gramatura mínima de 300 g/m²;
16. A manta de EPDM deve ser aderida por completo sobre um berço amortecedor EPDM, com espessura mínima de 2 mm;
17. Uma sobreposição de 5 centímetros com cola adesiva e fita de caldeação se faz necessária entre as mantas EPDM;
19. Antes da execução é necessária a proteção superior com berço amortecedor de geotêxtil não tecido de polipropileno/poliéster (mínimo 0,4 kg/m²) ou geocomposto drenante e filme plástico;
20. 30 centímetros acima do piso acabado (rodapés), é necessária a aplicação de uma demão de adesivo de contato e duas demãos de adesivo de contato em uma faixa superior de 5 centímetros, com colagem com fita de caldeação;

21. É necessária uma proteção superior de geocomposto com função drenante formado pela associação de um filtro geotêxtil a um núcleo drenante de pequena espessura;

Como fora observado anteriormente, existem inúmeros sistemas capazes de atender às diferentes especificidades das coberturas e, um fator muito importante que influencia em tal escolha são os custos envolvidos, os quais, de acordo com Moraes (2002), são compostos pelo custo inicial, custo de operação e custo de manutenção em um determinado período. Assim sendo, caso um determinado sistema tenha um elevado custo inicial, porém mantenha um bom desempenho em sua vida útil, por vezes pode ser mais vantajoso do que outro com menor custo inicial, porém com uma vida útil menor e elevados custos de manutenção.

4. METODOLOGIA

Nesse capítulo será apresentada a metodologia de pesquisa, ou seja, os procedimentos adotados para atingir os objetivos propostos.

4.1. ESTRATÉGIA DE PESQUISA

O atual trabalho foi elaborado por meio de uma análise documental de 15 casos reais, baseados no acervo executivo de determinada empresa especializada no ramo de impermeabilização, os quais o autor teve contato direto com a maioria durante seu período de estágio na mesma e possibilitou a aplicação de *checklists* contendo boas práticas normativas para sistemas de impermeabilização de lajes de cobertura, mais especificamente manta asfáltica, manta de PVC e membrana de poliuretano.

Por meio das figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22 as quais o autor obteve das obras durante o andamento das mesmas, apresenta-se alguns dos procedimentos de execução dos sistemas de impermeabilização escolhidos, manta asfáltica, manta de PVC e membrana de poliuretano, respectivamente.

Figura 6: Manta Asfáltica - primer asfáltico



Fonte: Próprio autor.

Figura 7: Aplicação de manta asfáltica aderida à maçarico



Fonte: Próprio autor.

Figura 8: Manta Asfáltica - banho de asfalto oxidado



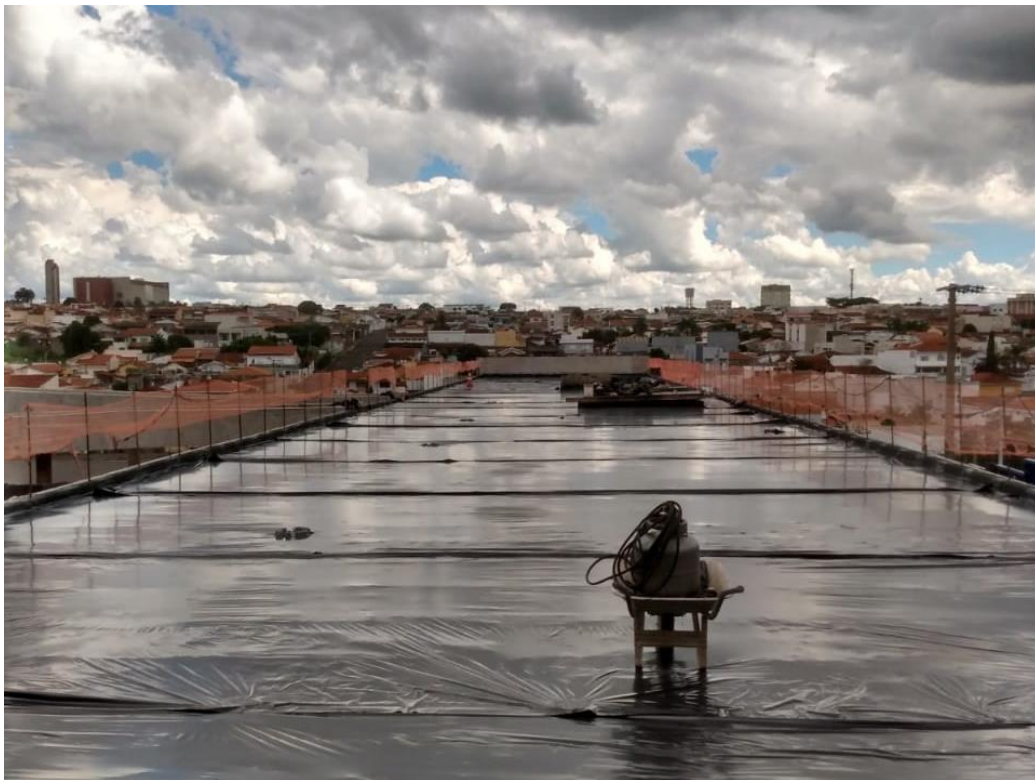
Fonte: Próprio autor.

Figura 9: Manta Asfáltica - teste de estanqueidade com lâmina d'água



Fonte: Próprio autor.

Figura 10: Manta Asfáltica - filme de Polietileno (camada separadora)



Fonte: Próprio autor.

Figura 11: Manta de PVC - geotêxtil



Fonte: Próprio autor.

Figura 12: Manta de PVC – fixação distribuidores de esforço



Fonte: Próprio autor.

Figura 13: Aplicação de manta de PVC com soprador térmico manual



Fonte: Próprio autor.

Figura 14: Manta de PVC - solda entre mantas com soprador térmico automático



Fonte: Próprio autor.

Figura 15: Manta de PVC



Fonte: Próprio autor.

Figura 16: Manta de PVC



Fonte: Próprio autor.

Figura 17: Manta de PVC - teste com detector de descontinuidades (Holiday Detector)



Fonte: Próprio autor.

Figura 18: Membrana de Poliuretano em passarela



Fonte: Próprio autor.

Figura 19: Membrana de Poliuretano em laje de cobertura



Fonte: Próprio autor.

Figura 20: Membrana de Poliuretano Transitável em estacionamento



Fonte: Próprio autor.

Figura 21: Membrana de Poliuretano com Alta Resistência Química em Estação de Tratamento de Esgoto



Fonte: Próprio autor.

Figura 22: Membrana de Poliuretano com aspersão de agregado com granulometria controlada em laje de cobertura

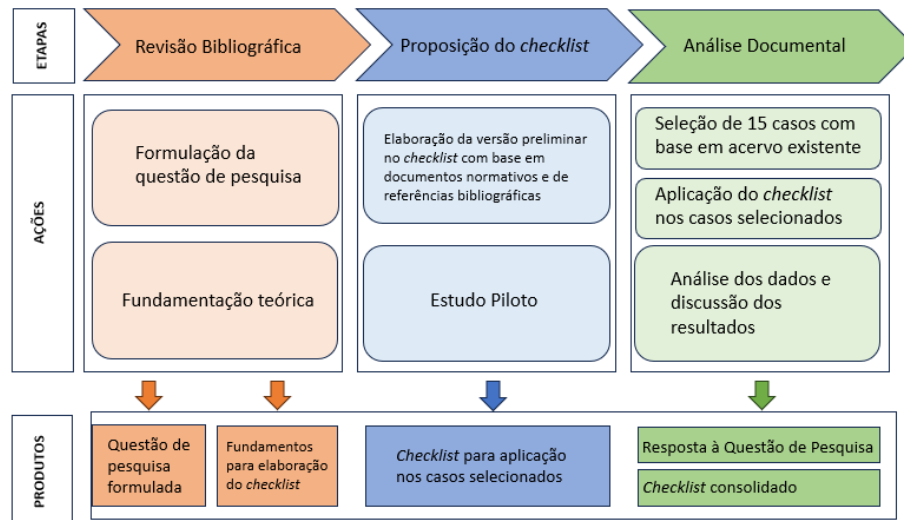


Fonte: Próprio autor.

4.2. DELINEAMENTO DA PESQUISA

De modo a possibilitar o alcance dos objetivos propostos no início deste trabalho, foi necessário realizar diversas etapas, tais como: revisão bibliográfica, seleção dos casos com base em acervo executivo de empresa especializada, desenvolvimento dos *checklists* contendo as boas práticas normativas relativas aos sistemas de impermeabilização de manta asfáltica, manta de PVC e membrana de poliuretano, aplicação do mesmo por meio da análise documental com base no acervo mencionado anteriormente e, por fim, a análise dos resultados obtidos, determinando assim, qual o grau de aderência total e de cada etapa de uma obra executiva de impermeabilização com relação ao que é proposto por norma. Na Figura 6 apresenta-se o fluxograma do delineamento da pesquisa.

Figura 23: Delineamento da pesquisa



Fonte: Próprio autor.

De acordo com o fluxograma apresentado, tem-se a seguinte sequência executiva: revisão bibliográfica (formulação da questão de pesquisa e fundamentação teórica para elaboração do *checklist*), proposição do *checklist* (elaboração preliminar do mesmo com base em documento normativos e de referências bibliográficas e estudo piloto) e a fase de análise documental (seleção de 15 casos com base em acervo executivo existente, aplicação do *checklist* nos casos selecionados e a análise dos dados e discussão dos resultados obtidos).

Na sequência apresenta-se o detalhamento das etapas deste delineamento.

4.2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Definido o tema do atual trabalho, primeiramente foi formulada a questão de pesquisa, ou seja, qual o grau de aderência com base em aspectos normativos de sistemas de impermeabilização para lajes de cobertura sem telhado.

A partir do que fora apresentado no capítulo 2, como base para elaboração do atual trabalho, foi necessário especificar por meio de bibliografias confiáveis, tais como normas específicas vigentes, livros, teses e monografias, quais são os sistemas de impermeabilização possíveis de serem aplicados em lajes de cobertura sem telhado de modo a filtrar as possibilidades possíveis, norteados assim, a seleção dos casos e o desenvolvimento dos *checklists*.

4.2.2. PROPOSIÇÃO DO *CHECKLIST*

A proposição inicial dos *checklists* teve como base os itens anteriores, no qual a partir dos sistemas de impermeabilização de Manta Asfáltica, Manta de PVC (Cloreto de Polivinila) e Membrana de Poliuretano, possíveis de serem aplicados em lajes de cobertura, além da contribuição essencial de suas respectivas normas técnicas, ABNT NBR 9952:2014 – Manta Asfáltica para impermeabilização, ABNT NBR 9690:2007 – Impermeabilização – Mantas de Cloreto de Polivinila (PVC) e ABNT NBR 15487-1:2023 – Membrana de poliuretano para impermeabilização – Requisitos mínimos de desempenho – Parte 1: Lajes e coberturas em geral, bem como a ABNT NBR 9574:2008, foi possível unir os itens referentes a execução dos sistemas mencionados em *checklists* distintos elaborados com o auxílio do Microsoft Office Excel. O *checklist*, na sua totalidade, é apresentado no Apêndice I.

Seguindo a estrutura visual do *checklist*, a ideia, primeiramente, foi desenvolver um cabeçalho contendo as informações mais importantes da obra analisada, tais quais:

- data da análise;
- ano da obra;
- nome do responsável pela análise;
- sistema impermeabilizante empregado na obra – selecionável por meio de lista suspensa (manta asfáltica, manta de PVC ou membrana de poliuretano);
- local de aplicação do sistema (laje de cobertura);
- tipo de obra – selecionável por meio de lista suspensa (residencial, comercial, industrial ou pública);
- endereço da obra;
- informações sobre áreas da obra em análise (área horizontal, perímetro, altura do rodapé, área vertical, área total e interferências (ralos e tubulações)).

Em seguida, foram desenvolvidas as colunas de dados, bem como seus respectivos conteúdos, tais quais:

- item – numeração crescente de acordo com a quantidade de atividades executivas a serem verificadas a depender do sistema impermeabilizante selecionado no cabeçalho, ou seja, com preenchimento automático;
- etapas – basicamente subdivididas em preparação do substrato, aplicação do tipo de impermeabilização (varia em alguns itens no caso do sistema de manta asfáltica, a depender do método de aplicação (com chama de maçarico a GLP, com asfalto a quente, com adesivos e autoadesivos)) e proteção do tipo de impermeabilização, todas com preenchimento automático a depender do sistema impermeabilizante selecionado no cabeçalho;

- descrição – guiada por preenchimento automático com base nas referências normativas já mencionadas, a depender do sistema impermeabilizante selecionado no cabeçalho;
- situação – primeiramente tal coluna era subdividida em três (“SIM”, “NÃO” e “NÃO SE APLICA”), todas contendo caixas de seleção distintas que, quando selecionadas, a depender da coluna em que se encontrava, retornava o texto “SIM”, “NÃO” ou “NÃO SE APLICA”. Porém, com a realização do estudo piloto, notou-se a planilha muito lenta na geração dos gráficos, o que exigiu modificações. Por fim, a coluna de situação tornou-se única e selecionável por meio de uma lista suspensa contendo “SIM”, “NÃO” e “NA”, para quando, respectivamente, o item analisado encontrar-se ou não em conformidade com a norma, ou ainda não se aplicar para a obra em análise;
- observações – tal campo é livre e destina-se ao analista, de modo a possibilitar quaisquer observações ou anotações que julgar pertinentes durante o preenchimento do *checklist*.

Por fim, tem-se as respostas para as questões de pesquisa apresentadas por meio de gráficos, os quais contém, a partir do correto preenchimento do *checklist*, as porcentagens para o grau de aderência às boas práticas de sistemas de impermeabilização para lajes de cobertura, primeiramente para a obra como um todo e em seguida, para cada uma das etapas (preparação do substrato, aplicação do tipo de impermeabilização e proteção do tipo de impermeabilização), possibilitando a tomada certa de decisões visando alcançar a perfeição normativa, oferecendo mais segurança e credibilidade para os clientes.

O grau de aderência total, em porcentagem, pode ser expresso pela seguinte equação:

$$Total (\%) = \frac{N^{\circ} \text{ de itens marcados com SIM}}{(N^{\circ} \text{ de itens marcados com SIM} + N^{\circ} \text{ de itens marcados com NÃO})} \quad (4.1)$$

Já o grau de aderência de cada etapa (sendo “X” a preparação do substrato, aplicação do tipo de impermeabilização ou proteção do tipo de impermeabilização), em porcentagem, pode ser expresso pela seguinte equação:

$$Etapa X (\%) = \frac{N^{\circ} \text{ de itens marcados com SIM na etapa X}}{(N^{\circ} \text{ de itens marcados com SIM na etapa X} + N^{\circ} \text{ de itens marcados com NÃO na etapa X})} \quad (4.2)$$

4.2.3. ANÁLISE DOCUMENTAL

A obtenção dos casos para análise foi facilitada devido ao contato direto do autor com a empresa de impermeabilização em questão, bem como devido ao contato direto com as obras selecionadas desde que o autor entrou para o quadro de funcionários da empresa. Foram selecionados cinco casos para três tipos de impermeabilização analisados, no caso, manta asfáltica, manta de PVC e membrana de poliuretano, totalizando quinze casos para análise, provenientes de alguns municípios do estado de São Paulo, incluindo a cidade de São Carlos, apresentados no Quadro 4.

Quadro 4: Casos selecionados para aplicação do checklist

Sistemas impermeabilizantes	Identificação	Tipo de Obra	Cidade/Estado	Ano de Execução
Manta Asfáltica	Caso 1	Residencial	Campinas/SP	2020
	Caso 2	Residencial	São Carlos/SP	2021
	Caso 3	Comercial	Descalvado/SP	2022
	Caso 4	Residencial	Votuporanga/SP	2023
	Caso 5	Residencial	São José do Rio Preto/SP	2023
Manta de PVC	Caso 1	Residencial	Cotia/SP	2021
	Caso 2	Residencial	São Carlos/SP	2021
	Caso 3	Residencial	São Carlos/SP	2021
	Caso 4	Comercial	São Carlos/SP	2022
	Caso 5	Residencial	São Carlos/SP	2023
Membrana de Poliuretano	Caso 1	Residencial	São Carlos/SP	2021
	Caso 2	Residencial	São Carlos/SP	2021
	Caso 3	Residencial	São Carlos/SP	2023
	Caso 4	Residencial	Araraquara/SP	2023
	Caso 5	Pública	São Carlos/SP	2023

Fonte: Próprio autor

Com os *checklists* em mãos, parte-se para a análise dos casos. Primeiramente, o analista deve preencher o cabeçalho com as informações solicitadas, respeitando as listas suspensas existentes nos itens de “Sistema Impermeabilizante” e “Tipo de Obra”. Em seguida, deve ir selecionando, para cada linha existente, um dos itens presentes na lista suspensa da coluna “SITUAÇÃO”, marcando com “SIM” quando o mesmo foi seguido, “NÃO” quando o

mesmo não foi seguido ou “NA” quando o mesmo não se aplicar ao sistema analisado no caso em questão.

Após a conclusão da análise total dos itens existentes, obtém-se a porcentagem, ou também denominado grau de aderência às boas práticas de cada um dos casos analisados, tanto com relação ao total de itens analisados, quanto de acordo com as etapas determinadas por norma (preparação do substrato, aplicação do tipo de impermeabilização e proteção do tipo de impermeabilização), possibilitando assim, a realização da análise dos resultados obtidos afim de determinar qual a etapa do processo de impermeabilização foi mais negligenciada em relação aos aspectos analisados.

5. RESULTADOS

Nesse capítulo estão apresentados os resultados da aplicação dos *checklists* para os cinco casos de cada um dos sistemas de impermeabilização em estudo, no caso manta asfáltica, manta de PVC e membrana de poliuretano, totalizando quinze casos.

5.1. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA ASFÁLTICA

Alguns dados referentes aos casos analisados para o sistema impermeabilizante com manta asfáltica foram apresentados anteriormente no Quadro 4, tais como o tipo de obra, a cidade e o estado de cada uma e o ano de execução da mesma. Porém, para efeito de grandeza e detalhamento, o Quadro 5 apresenta uma relação de áreas para cada um dos casos, como área horizontal, perímetro, altura de rodapé, área vertical e área total.

Quadro 5: Relação de áreas dos casos com manta asfáltica

Identificação	Área de piso (m ²)	Perímetro (m)	Altura de rodapé (m)	Área vertical (m ²)	Área total (m ²)
Caso 1	740,00	665,00	0,20	133,00	873,00
Caso 2	850,00	955,00	0,20	191,00	1.041,00
Caso 3	250,00	85,00	0,30	25,50	275,50
Caso 4	1.390,00	1.180,00	0,20	236,00	1.626,00
Caso 5	1.820,00	1.750,00	0,30	525,00	2.345,00

Fonte: Próprio autor

Já no Quadro 6, é apresentado o resultado da aplicação do *checklist* para cada um dos cinco casos analisados.

Quadro 6: Casos com Manta Asfáltica - continua

Item	Etapas	Descrição	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
1	Preparação do Substrato	Substrato firme;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
2	Preparação do Substrato	Substrato coeso;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
3	Preparação do Substrato	Substrato seco;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
4	Preparação do Substrato	Substrato regular;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

Quadro 6: Casos com Manta Asfáltica - continua

Item	Etapas	Descrição	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
5	Preparação do Substrato	Substrato limpo, isento de corpos estranhos, restos de formas, pontas de ferragem, resto de produtos desmoldantes ou impregnantes;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
6	Preparação do Substrato	Substrato isento de falhas e ninhos;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
7	Preparação do Substrato	Inclinação do substrato das áreas horizontais de no mínimo 1% em direção aos coletores de água;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
8	Preparação do Substrato	Diâmetro nominal mínimo dos coletores de 75 mm;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
9	Preparação do Substrato	Coletores e tubulações que transpassam as lajes impermeabilizadas rigidamente fixados à estrutura;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
10	Preparação do Substrato	Coletores e tubulações com detalhes específicos de arremate e reforço;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
11	Preparação do Substrato	Na presença de tubulações de água quente embutidas ou sistema de aquecimento de pisos, deve ser prevista isolamento térmica adequada antes da impermeabilização;	NA	NA	NA	NA	NA
12	Preparação do Substrato	Na presença de tubulações embutidas na alvenaria, é necessário prever proteção adequada para posterior fixação da impermeabilização;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
13	Preparação do Substrato	Planos verticais executados sobre elementos rigidamente solidarizados às estruturas, até a cota final de arremate da impermeabilização, prevendo-se reforços necessários;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
14	Preparação do Substrato	Encaixes nos planos verticais para embutir a impermeabilização em altura mínima de 20 cm acima do nível acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
15	Preparação do Substrato	Diferença de cota de no mínimo 6 cm nos limites entre áreas externas impermeabilizadas e áreas internas;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
16	Preparação do Substrato	Existência de barreira física no limite da linha interna dos contramarcos, caixilhos e batentes, com declividade para a área externa;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
17	Preparação do Substrato	Arremates adequados e selamentos adicionais nos caixilhos, contramarcos, batentes e outros elementos de interferência;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
18	Preparação do Substrato	Encontros entre planos horizontais e verticais com detalhes específicos para correta impermeabilização;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
19	Preparação do Substrato	Arestas arredondadas nas áreas a serem impermeabilizadas;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
20	Preparação do Substrato	Cantos vivos em meia cana nas áreas a serem impermeabilizadas;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
21	Preparação do Substrato	Juntas de dilatação devidamente impermeabilizadas (a partir de detalhamento específico);	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
22	Preparação do Substrato	Juntas de dilatação com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
23	Preparação do Substrato	Na presença de enchimento, a impermeabilização deverá ser executada sob ou sobre o mesmo, com devidos pontos de escoamento de fluídos;	NA	NA	NA	NA	NA

Quadro 6: Casos com Manta Asfáltica - continua

Item	Etapas	Descrição	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
24	Preparação do Substrato	Nos locais onde a impermeabilização for executada sobre contrapiso, este deve estar perfeitamente aderido ao substrato;	NA	NA	NA	NA	NA
25	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para instalações que necessitem de fixação na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremate e reforços;	SIM	NA	SIM	SIM	SIM
26	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para tubulações hidráulica, elétrica, de gás ou outras que passam paralelamente sobre a laje, as mesmas devem sempre ser executadas sobre a impermeabilização e nunca sob ela (no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado);	NA	NA	SIM	SIM	NA
27	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para tubulações externas às paredes, as mesmas devem ser afastadas entre elas ou dos planos verticais por no mínimo 10 cm;	SIM	NA	NA	NA	NA
28	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Aplicação de 01 (uma) demão de primer para manta asfáltica com rolo de lã de carneiro, trincha ou brocha, de forma homogênea, aguardando sua total secagem;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
29	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Temperatura ambiente para aplicação da manta asfáltica acima de 5°C, salvo orientação específica do fabricante;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
30	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Correto alinhamento das bobinas de manta asfáltica, desenrolando-as e rebobinando-as novamente (é comum uso de gesso ou material similar para demarcar o alinhamento das bobinas);	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
31	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para consumo, manuseio, ferramentas e instruções de segurança, seguir as orientações do fabricante;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
32	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com chama de maçarico a GLP	Maçarico com gatilho controlador de chama, haste de 50 cm e bocal de 2";	NA	SIM	NA	NA	NA
33	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com chama de maçarico a GLP	Direcionar a chama do maçarico de forma a aquecer simultaneamente o substrato imprimado e a face de aderência da manta (atentar para que a intensidade da chama não danifique a mesma);	NA	SIM	NA	NA	NA
34	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com chama de maçarico a GLP	Pressionar a manta do centro em direção às bordas, de forma a expulsar eventuais bolhas de ar;	NA	SIM	NA	NA	NA
35	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com chama de maçarico a GLP	Sobreposições com no mínimo 10 cm;	NA	SIM	NA	NA	NA
36	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com chama de maçarico a GLP	Selamento das emendas com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas;	NA	SIM	NA	NA	NA
37	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com asfalto a quente	Aquecer o asfalto de forma homogênea com equipamento adequado e em temperatura entre 180°C e 220°C (sem adição de polímeros) ou entre 160°C e 180°C (com adição de polímeros);	SIM	NA	SIM	SIM	SIM

Quadro 6: Casos com Manta Asfáltica – conclusão

Item	Etapas	Descrição	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
38	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com asfalto a quente	Aplicação de 01 (uma) demão de asfalto aquecido com o uso de meada de fios de juta, no substrato imprimado numa distância máxima de 1 metro à frente da bobina;	SIM	NA	SIM	SIM	SIM
39	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com asfalto a quente	Pressionar a manta do centro em direção às bordas, de forma a expulsar eventuais bolhas de ar;	SIM	NA	SIM	SIM	SIM
40	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com asfalto a quente	Sobreposições com no mínimo 10 cm;	SIM	NA	SIM	SIM	SIM
41	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com asfalto a quente	Selamento das emendas através da aplicação de banho de asfalto, com uso de meada de fios de juta, pressionando as emendas com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas;	SIM	NA	NÃO	NÃO	SIM
42	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com adesivos	Aplicação de uma camada homogênea de adesivo no substrato imprimado e na face da manta asfáltica a ser aderida ao substrato;	NA	NA	NA	NA	NA
43	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com adesivos	Aguardar tempo de pega do adesivo;	NA	NA	NA	NA	NA
44	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com adesivos	Pressionar a manta contra o substrato (do centro em direção às bordas) de forma a expulsar eventuais bolhas de ar;	NA	NA	NA	NA	NA
45	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com adesivos	Sobreposições com no mínimo 10 cm;	NA	NA	NA	NA	NA
46	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Com adesivos	Selamento das emendas com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas;	NA	NA	NA	NA	NA
47	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Autoadesivas	Remoção de elemento antiaderente, promovendo a adesão inicial ao substrato;	NA	NA	NA	NA	NA
48	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Autoadesivas	Executar o processo lentamente, pressionando a manta do centro em direção às bordas, para eliminação de eventuais bolhas de ar;	NA	NA	NA	NA	NA
49	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Autoadesivas	Sobreposições com no mínimo 10 cm;	NA	NA	NA	NA	NA
50	Aplicação do Tipo de Impermeabilização – Autoadesivas	Emendas fortemente pressionadas com roletes metálicos;	NA	NA	NA	NA	NA
51	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteções mecânicas, bem como pisos posteriores, devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidas com materiais deformáveis, principalmente no encontro de diferentes planos;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
52	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteção mecânica de áreas verticais estruturada com tela de fios de arame galvanizado ou plástico;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
53	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteção mecânica de áreas horizontais, armada ou não, executada sobre camada separadora e/ou drenante, nos locais onde exista possibilidade de agressão mecânica;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
54	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Promover proteção contra raios ultravioleta, exceto para as mantas autoprotetidas;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

Fonte: Próprio autor

5.2. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA DE PVC

Alguns dados referentes aos casos analisados para o sistema impermeabilizante com manta de PVC foram apresentados anteriormente no Quadro 4, tais como o tipo de obra, a cidade e o estado de cada uma e o ano de execução da mesma. Porém, para efeito de grandeza e detalhamento, o Quadro 7 apresenta uma relação de áreas para cada um dos casos, como área horizontal, perímetro, altura de rodapé, área vertical e área total.

Quadro 7: Relação de áreas dos casos com manta de PVC

Identificação	Área de piso (m ²)	Perímetro (m)	Altura de rodapé (m)	Área vertical (m ²)	Área total (m ²)
Caso 1	470,00	220,00	0,20	44,00	514,00
Caso 2	400,00	250,00	0,30	75,00	475,00
Caso 3	75,00	55,00	0,20	11,00	86,00
Caso 4	210,00	110,00	0,20	22,00	232,00
Caso 5	270,00	210,00	0,20	42,00	312,00

Fonte: Próprio autor

Já no Quadro 8, é apresentado o resultado da aplicação do *checklist* para cada um dos cinco casos analisados.

Quadro 8: Casos com Manta de PVC - continua

Item	Etapas	Descrição	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
1	Preparação do Substrato	Substrato firme;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
2	Preparação do Substrato	Substrato coeso;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
3	Preparação do Substrato	Substrato seco;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
4	Preparação do Substrato	Substrato regular;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
5	Preparação do Substrato	Substrato limpo, isento de corpos estranhos, restos de formas, pontas de ferragem, resto de produtos desmoldantes ou impregnantes;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
6	Preparação do Substrato	Substrato isento de falhas e ninhos;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
7	Preparação do Substrato	Inclinação do substrato das áreas horizontais de no mínimo 1% em direção aos coletores de água;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
8	Preparação do Substrato	No caso de superfície irregular onde não seja possível a execução de uma camada de regularização, utilizar camada de berço;	NA	NA	SIM	NA	SIM
9	Preparação do Substrato	Diâmetro nominal mínimo dos coletores de 75 mm;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
10	Preparação do Substrato	Coletores e tubulações que transpassam as lajes impermeabilizadas devem estar rigidamente fixados à estrutura;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

Quadro 8: Casos com Manta de PVC - continua

Item	Etapas	Descrição	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
11	Preparação do Substrato	Coletores e tubulações com detalhes específicos de arremate e reforço;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
12	Preparação do Substrato	Na presença de tubulações de água quente embutidas ou sistema de aquecimento de pisos, deve ser prevista isolamento térmica adequada antes da impermeabilização;	NA	NA	NA	NA	NA
13	Preparação do Substrato	Na presença de tubulações embutidas na alvenaria, é necessário prever proteção adequada para posterior fixação da impermeabilização;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
14	Preparação do Substrato	Planos verticais executados sobre elementos rigidamente solidarizados às estruturas, até a cota final de arremate da impermeabilização, prevendo-se reforços necessários;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
15	Preparação do Substrato	Encaixes nos planos verticais para embutir a impermeabilização em altura mínima de 20 cm acima do nível acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
16	Preparação do Substrato	Diferença de cota de no mínimo 6 cm nos limites entre áreas externas impermeabilizadas e áreas internas;	SIM	SIM	NA	NA	SIM
17	Preparação do Substrato	Existência de barreira física no limite da linha interna dos contramarcos, caixilhos e batentes, com declividade para a área externa;	SIM	SIM	NA	NA	SIM
18	Preparação do Substrato	Arremates adequados e selamentos adicionais nos caixilhos, contramarcos, batentes e outros elementos de interferência;	SIM	SIM	NA	NA	SIM
19	Preparação do Substrato	Encontros entre planos horizontais e verticais com detalhes específicos para correta impermeabilização;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
20	Preparação do Substrato	Arestas arredondadas nas áreas a serem impermeabilizadas;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
21	Preparação do Substrato	Cantos vivos em meia cana nas áreas a serem impermeabilizadas;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
22	Preparação do Substrato	Juntas de dilatação devidamente impermeabilizadas (a partir de detalhamento específico);	SIM	NA	NA	NA	NA
23	Preparação do Substrato	Juntas de dilatação com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento;	SIM	NA	NA	NA	NA
24	Preparação do Substrato	Na presença de enchimento, a impermeabilização deverá ser executada sob ou sobre o mesmo, com devidos pontos de escoamento de fluídos;	NA	NA	NA	NA	NA
25	Preparação do Substrato	Nos locais onde a impermeabilização for executada sobre contrapiso, este deve estar perfeitamente aderido ao substrato;	NA	NA	NA	NA	NA
26	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para instalações que necessitem de fixação na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremate e reforços;	SIM	SIM	NA	SIM	SIM
27	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para tubulações hidráulica, elétrica, de gás ou outras que passam paralelamente sobre a laje, as mesmas devem sempre ser executadas sobre a impermeabilização e nunca sob ela (no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado);	NA	NA	NA	NA	NA

Quadro 8: Casos com Manta de PVC - conclusão

Item	Etapas	Descrição	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
28	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para tubulações externas às paredes, as mesmas devem ser afastadas entre elas ou dos planos verticais por no mínimo 10 cm;	NA	NA	NA	NA	NA
29	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Abrir os rolos ou painéis de Manta de PVC;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
30	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Consumo de acordo com as recomendações do fabricante;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
31	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Manuseio de acordo com as recomendações do fabricante;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
32	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Ferramentas e equipamentos necessários de acordo com as recomendações do fabricante;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
33	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Fixações mecânicas, incluindo compartimentações e acessórios necessários de acordo com as recomendações do fabricante;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
34	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Instruções de segurança de acordo com as recomendações do fabricante;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
35	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteções mecânicas, bem como pisos posteriores, devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidas com materiais deformáveis, principalmente no encontro de diferentes planos;	NA	SIM	NA	SIM	SIM
36	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteção mecânica de áreas verticais estruturada com tela de fios de arame galvanizado ou plástico;	NA	SIM	NA	SIM	SIM
37	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteção mecânica de áreas horizontais, armada ou não, executada sobre camada separadora e/ou drenante, nos locais onde exista possibilidade de agressão mecânica;	NA	SIM	NA	SIM	SIM
38	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Promover proteção contra raios ultravioleta, exceto para as mantas com resistência aos raios ultravioleta;	NA	SIM	NA	SIM	SIM

Fonte: Próprio autor

5.3. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MEMBRANA DE POLIURETANO

Alguns dados referentes aos casos analisados para o sistema impermeabilizante com membrana de poliuretano foram apresentados anteriormente no Quadro 4, tais como o tipo de obra, a cidade e o estado de cada uma e o ano de execução da mesma. Porém, para efeito de grandeza e detalhamento, o Quadro 9 apresenta uma relação de áreas para cada um dos casos, como área horizontal, perímetro, altura de rodapé, área vertical e área total.

Quadro 9: Relação de áreas dos casos com membrana de poliuretano

Identificação	Área de piso (m ²)	Perímetro (m)	Altura de rodapé (m)	Área vertical (m ²)	Área total (m ²)
Caso 1	510,00	210,00	0,30	63,00	573,00
Caso 2	105,00	95,00	0,20	19,00	124,00
Caso 3	525,00	710,00	0,20	142,00	667,00
Caso 4	1.250,00	300,00	0,20	60,00	1.310,00
Caso 5	2.100,00	1.550,00	0,20	310,00	2.410,00

Fonte: Próprio autor

Já no Quadro 10, é apresentado o resultado da aplicação do *checklist* para cada um dos cinco casos analisados.

Quadro 10: Casos com Membrana de Poliuretano - continua

Item	Etapas	Descrição	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
1	Preparação do Substrato	Substrato firme;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
2	Preparação do Substrato	Substrato coeso;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
3	Preparação do Substrato	Substrato seco;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
4	Preparação do Substrato	Substrato regular;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
5	Preparação do Substrato	Substrato limpo, isento de corpos estranhos, restos de formas, pontas de ferragem, resto de produtos desmoldantes ou impregnantes;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
6	Preparação do Substrato	Substrato isento de falhas e ninhos;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
7	Preparação do Substrato	Inclinação do substrato das áreas horizontais de no mínimo 1% em direção aos coletores de água;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
8	Preparação do Substrato	Diâmetro nominal mínimo dos coletores de 75 mm;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
9	Preparação do Substrato	Coletores e tubulações que transpassam as lajes impermeabilizadas devem estar rigidamente fixados à estrutura;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
10	Preparação do Substrato	Coletores e tubulações com detalhes específicos de arremate e reforço;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
11	Preparação do Substrato	Na presença de tubulações de água quente embutidas ou sistema de aquecimento de pisos, deve ser prevista isolamento térmica adequada antes da impermeabilização;	NA	NA	NA	NA	NA
12	Preparação do Substrato	Na presença de tubulações embutidas na alvenaria, é necessário prever proteção adequada para posterior fixação da impermeabilização;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
13	Preparação do Substrato	Planos verticais executados sobre elementos rigidamente solidarizados às estruturas, até a cota final de arremate da impermeabilização, prevendo-se reforços necessários;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

Quadro 10: Casos com Membrana de Poliuretano - continua

Item	Etapas	Descrição	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
14	Preparação do Substrato	Diferença de cota de no mínimo 6 cm nos limites entre áreas externas impermeabilizadas e áreas internas;	SIM	SIM	NA	SIM	NA
15	Preparação do Substrato	Existência de barreira física no limite da linha interna dos contramarcos, caixilhos e batentes, com declividade para a área externa;	SIM	SIM	NA	SIM	NA
16	Preparação do Substrato	Arremates adequados e selamentos adicionais nos caixilhos, contramarcos, batentes e outros elementos de interferência;	SIM	SIM	NA	SIM	NA
17	Preparação do Substrato	Encontros entre planos horizontais e verticais com detalhes específicos para correta impermeabilização;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
18	Preparação do Substrato	Arestas arredondadas nas áreas a serem impermeabilizadas;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
19	Preparação do Substrato	Cantos vivos em meia cana nas áreas a serem impermeabilizadas;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
20	Preparação do Substrato	Juntas de dilatação devidamente impermeabilizadas (a partir de detalhamento específico);	NA	NA	NA	SIM	NA
21	Preparação do Substrato	Juntas de dilatação com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento;	NA	NA	NA	SIM	NA
22	Preparação do Substrato	Na presença de enchimento, a impermeabilização deverá ser executada sob ou sobre o mesmo, com devidos pontos de escoamento de fluídos;	NA	NA	NA	NA	NA
23	Preparação do Substrato	Nos locais onde a impermeabilização for executada sobre contrapiso, este deve estar perfeitamente aderido ao substrato;	NA	SIM	NA	SIM	NA
24	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para instalações que necessitem de fixação na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremate e reforços;	NÃO	NA	NA	SIM	NA
25	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para tubulações hidráulica, elétrica, de gás ou outras que passam paralelamente sobre a laje, as mesmas devem sempre ser executadas sobre a impermeabilização e nunca sob ela (no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado);	NÃO	NA	NA	NA	NA
26	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para tubulações externas às paredes, as mesmas devem ser afastadas entre elas ou dos planos verticais por no mínimo 10 cm;	NA	NA	NA	NA	NA
27	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Mistura adequada dos componentes (caso houver mais de um) de forma mecânica ou manual;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
28	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Tempo de utilização do produto não deve ultrapassar o tempo de manuseio;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
29	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Caso necessário ou recomendado, aplicar sobre o substrato 01 (uma) demão de imprimação e aguardar secagem;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
30	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Quando da utilização de estruturante, o mesmo deve ser posicionado após a primeira demão do produto e ser recoberto pelas demãos subsequentes;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
31	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Dosagem de acordo com as recomendações do fabricante;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

Quadro 10: Casos com Membrana de Poliuretano - conclusão

Item	Etapas	Descrição	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
32	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Consumo de acordo com as recomendações do fabricante;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
33	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Tempo de mistura e manuseio de acordo com as recomendações do fabricante;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
34	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Ferramentas de aplicação de acordo com as recomendações do fabricante;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
35	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Tempo de secagem entre demãos e cura de acordo com as recomendações do fabricante;	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
36	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteções mecânicas, bem como pisos posteriores, devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidas com materiais deformáveis, principalmente no encontro de diferentes planos;	NA	NA	NA	NA	NA
37	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Recomenda-se proteção mecânica em locais onde exista possibilidade de agressão mecânica;	NA	NA	NA	NA	NA

Fonte: Próprio autor

6. ANÁLISES E DISCUSSÕES

Nesse capítulo está apresentada a análise dos resultados obtidos em cada um dos casos da análise documental realizada por meio de gráficos e tabelas, quanto ao grau de aderência às boas práticas de sistemas de impermeabilização para lajes de cobertura tanto da obra como um todo, quanto de cada etapa da mesma.

6.1. GRAU DE ADERÊNCIA TOTAL DE CADA SISTEMA IMPERMEABILIZANTE ANALISADO

6.1.1. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA ASFÁLTICA

O grau de aderência total de cada um dos casos da análise documental realizada para o sistema de impermeabilização com manta asfáltica está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Grau de aderência total dos casos com manta asfáltica

Caso	Quantidade de itens analisados	Quantidade de itens "SIM"	Quantidade de itens "NÃO"	Quantidade de itens "NA"	Grau de aderência (%)
1	54	36	0	18	100,00%
2	54	34	0	20	100,00%
3	54	35	1	18	97,22%
4	54	35	1	18	97,22%
5	54	35	0	19	100,00%

Fonte: Próprio autor.

Salienta-se que todas as obras apresentaram grau de aderência muito satisfatório do ponto de vista normativo, sendo os casos 1, 2 e 5 os que obtiveram 100,00%, e os casos 3 e 4 obtiveram 97,22%, ambos somente com um item inconsonante com as boas práticas normativas para o sistema em pauta.

6.1.2. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA DE PVC

O grau de aderência total de cada um dos casos da análise documental realizada para o sistema de impermeabilização com manta de PVC está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Grau de aderência total dos casos com manta de PVC

Caso	Quantidade de itens analisados	Quantidade de itens "SIM"	Quantidade de itens "NÃO"	Quantidade de itens "NA"	Grau de aderência (%)
1	38	28	0	10	100,00%
2	38	30	0	8	100,00%
3	38	23	0	15	100,00%
4	38	27	0	11	100,00%
5	38	31	0	7	100,00%

Fonte: Próprio autor.

Salienta-se que todas as obras, ou seja, os casos 1, 2, 3, 4 e 5, apresentaram grau de aderência máximo (100,00%) do ponto de vista normativo.

6.1.3. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MEMBRANA DE POLIURETANO

O grau de aderência total de cada um dos casos da análise documental realizada para o sistema de impermeabilização com membrana de poliuretano está apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Grau de aderência total dos casos com membrana de poliuretano

Caso	Quantidade de itens analisados	Quantidade de itens "SIM"	Quantidade de itens "NÃO"	Quantidade de itens "NA"	Grau de aderência (%)
1	37	27	2	8	93,10%
2	37	28	0	9	100,00%
3	37	24	0	13	100,00%
4	37	31	0	6	100,00%
5	37	24	0	13	100,00%

Fonte: Próprio autor.

Salienta-se que todas as obras apresentaram grau de aderência muito satisfatório do ponto de vista normativo, sendo os casos 2, 3, 4 e 5 os que obtiveram 100,00%, e o caso 1 obteve 93,10%, com dois itens inconsonantes com as boas práticas normativas para o sistema em pauta.

6.2. GRAU DE ADERÊNCIA POR ETAPA DE CADA SISTEMA IMPERMEABILIZANTE ANALISADO

6.2.1. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA ASFÁLTICA

O grau de aderência de cada uma das três etapas prescritas por norma (preparação do substrato, aplicação do tipo de impermeabilização e proteção do tipo de impermeabilização) de cada um dos casos da análise documental realizada para o sistema de impermeabilização com manta asfáltica está apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Grau de aderência por etapa dos casos com manta asfáltica

Caso	Etapa	Quantidade de itens analisados	Quantidade de itens "SIM"	Quantidade de itens "NÃO"	Quantidade de itens "NA"	Grau de aderência (%)
1	Preparação do Substrato	24	21	0	3	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	26	11	0	15	100,00%
	Prot. Do Tipo de Imper.	4	4	0	0	100,00%
2	Preparação do Substrato	24	21	0	3	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	26	9	0	17	100,00%
	Prot. Do Tipo de Imper.	4	4	0	0	100,00%
3	Preparação do Substrato	24	21	0	3	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	26	10	1	15	90,91%
	Prot. Do Tipo de Imper.	4	4	0	0	100,00%
4	Preparação do Substrato	24	21	0	3	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	26	10	1	15	90,91%
	Prot. Do Tipo de Imper.	4	4	0	0	100,00%
5	Preparação do Substrato	24	21	0	3	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	26	10	0	16	100,00%
	Prot. Do Tipo de Imper.	4	4	0	0	100,00%

Fonte: Próprio autor.

Analisando os dados obtidos por meio da Tabela 4, nota-se que a etapa crítica do sistema manta asfáltica é a Aplicação do Tipo de Impermeabilização, uma vez que é a única etapa com itens inconsonantes com a norma nos casos 3 e 4. Já os demais casos, por apresentarem grau de aderência 100,00% em todas as etapas, não apontam problemas do ponto de vista normativo.

6.2.2. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA DE PVC

O grau de aderência de cada uma das três etapas prescritas por norma (preparação do substrato, aplicação do tipo de impermeabilização e proteção do tipo de impermeabilização) de cada um dos casos da análise documental realizada para o sistema de impermeabilização com manta de PVC está apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Grau de aderência por etapa dos casos com manta de PVC

Caso	Etapa	Quantidade de itens analisados	Quantidade de itens "SIM"	Quantidade de itens "NÃO"	Quantidade de itens "NA"	Grau de aderência (%)
1	Preparação do Substrato	25	21	0	4	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	9	7	0	2	100,00%
	Prot. Do Tipo de Imper.	4	0	0	4	-
2	Preparação do Substrato	25	19	0	6	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	9	7	0	2	100,00%
	Prot. Do Tipo de Imper.	4	4	0	0	100,00%
3	Preparação do Substrato	25	17	0	8	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	9	6	0	3	100,00%
	Prot. Do Tipo de Imper.	4	0	0	4	-
4	Preparação do Substrato	25	16	0	9	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	9	7	0	2	100,00%
	Prot. Do Tipo de Imper.	4	4	0	0	100,00%
5	Preparação do Substrato	25	20	0	5	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	9	7	0	2	100,00%
	Prot. Do Tipo de Imper.	4	4	0	0	100,00%

Fonte: Próprio autor.

Analisando os dados obtidos por meio da Tabela 5, nota-se que não é possível atribuir uma etapa crítica para o sistema manta de PVC, uma vez nenhum dos casos analisados apresentam itens inconsonantes com a norma.

Nos casos 1 e 3, apesar da etapa Proteção do Tipo de Impermeabilização não apontar nenhum percentual, a mesma não pode ser julgada como crítica pois tais obras não necessitaram de proteção mecânica, tornando inviável a atribuição de qualquer valor para o referido item.

6.2.3. SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MEMBRANA DE POLIURETANO

O grau de aderência de cada uma das três etapas prescritas por norma (preparação do substrato, aplicação do tipo de impermeabilização e proteção do tipo de impermeabilização) de cada um dos casos da análise documental realizada para o sistema de impermeabilização com membrana de poliuretano está apresentado na Tabela 6.

Tabela 6: Grau de aderência por etapa dos casos com membrana de poliuretano

Caso	Etapa	Quantidade de itens analisados	Quantidade de itens "SIM"	Quantidade de itens "NÃO"	Quantidade de itens "NA"	Grau de aderência (%)
1	Preparação do Substrato	23	18	0	5	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	12	9	2	1	81,82%
	Prot. Do Tipo de Imper.	2	0	0	2	-
2	Preparação do Substrato	23	19	0	4	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	12	9	0	3	100,00%
	Prot. Do Tipo de Imper.	2	0	0	2	-
3	Preparação do Substrato	23	15	0	8	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	12	9	0	3	100,00%
	Prot. Do Tipo de Imper.	2	0	0	2	-
4	Preparação do Substrato	23	21	0	2	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	12	10	0	2	100,00%
	Prot. Do Tipo de Imper.	2	0	0	2	-
5	Preparação do Substrato	23	15	0	8	100,00%
	Aplic. do Tipo de Imper.	12	9	0	3	100,00%
	Prot. Do Tipo de Imper.	2	0	0	2	-

Fonte: Próprio autor.

Analisando os dados obtidos por meio da Tabela 6, nota-se que a etapa crítica do sistema membrana de poliuretano é a Aplicação do Tipo de Impermeabilização, uma vez que é a única etapa com itens inconsonantes com a norma no caso 1. Já os demais casos, por apresentarem grau de aderência 100,00% em todas as etapas possíveis de serem avaliadas, não apresentam problemas do ponto de vista normativo.

No caso da etapa Proteção do Tipo de Impermeabilização, a mesma não aponta nenhum percentual em todos os casos, porém não pode ser julgada como crítica pois tais obras não necessitaram de proteção mecânica, tornando inviável a atribuição de qualquer valor para o referido item.

6.3. NÃO-CONFORMIDADES ENCONTRADAS

No Quadro 11 é apresentado um recorte das não-conformidades encontradas durante a realização da análise documental para os sistemas de manta asfáltica, manta de PVC e membrana de poliuretano.

O quadro também apresenta o respectivo sistema impermeabilizante, caso e etapa que o item de não-conformidade se associa.

Quadro 11: Não-conformidades encontradas na análise documental

Sistema impermeabilizante	Caso	Etapa	Item de não-conformidade
Manta Asfáltica	3	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	41 – Selamento das emendas através da aplicação de banho de asfalto, com uso de meada de fios de juta, pressionando as emendas com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas;
Manta Asfáltica	4	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	41 – Selamento das emendas através da aplicação de banho de asfalto, com uso de meada de fios de juta, pressionando as emendas com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas;
Membrana de Poliuretano	1	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	24 – Para instalações que necessitem de fixação na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremate e reforços;
Membrana de Poliuretano	1	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	25 – Para tubulações hidráulica, elétrica, de gás ou outras que passam paralelamente sobre a laje, as mesmas devem sempre ser executadas sobre a impermeabilização e nunca sob ela (no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado);

Fonte: Próprio autor.

Analisando o Quadro 11, conclui-se que tanto o sistema de manta asfáltica como o sistema de membrana de poliuretano apresentam duas não-conformidades cada. Já o caso com menor grau de aderência é o de número 1 do sistema de membrana de poliuretano, com duas não-conformidades a ele associada. Por fim, a etapa mais negligenciada é a de Aplicação do Tipo de Impermeabilização, pois todas as não-conformidades associam-se a ela.

6.3.1. CASO 3 – ITEM 41 – SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA ASFÁLTICA

No caso 3 do sistema impermeabilizante de manta asfáltica foi constatada uma não-conformidade na etapa de Aplicação do Tipo de Impermeabilização, mais especificamente com a utilização de asfalto a quente. Trata-se do item 41, o qual dita que o “Selamento das emendas através da aplicação de banho de asfalto, com uso de meada de fios de juta,

pressionando as emendas com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas”.

Na análise documental realizada constatou-se que as emendas foram pressionadas com chama de maçarico, uma vez que o banho de asfalto foi executado sobre todas as superfícies impermeabilizadas, incluindo as emendas.

Assim sendo, uma possível consequência de tal ato é a infiltração futura nas sobreposições da manta, gerando inúmeros problemas na edificação, como manchas, deslocamentos, corrosão de armaduras etc., visto que a mesma não fora biselada conforme preconizam as normas técnicas utilizadas para o desenvolvimento dos *checklists*.

6.3.2. CASO 4 – ITEM 41 – SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MANTA ASFÁLTICA

No caso 4 do sistema impermeabilizante de manta asfáltica foi constatada a mesma não-conformidade encontrada no caso 3, o item 41.

Na análise documental realizada, da mesma forma que o caso 3, constatou-se que as emendas foram pressionadas com chama de maçarico, uma vez que o banho de asfalto foi executado sobre todas as superfícies impermeabilizadas, incluindo as emendas.

Assim sendo, uma possível consequência de tal ato é a infiltração futura nas sobreposições da manta, gerando inúmeros problemas na edificação, como manchas, deslocamentos, corrosão de armaduras etc., visto que a mesma não fora biselada conforme preconizam as normas técnicas utilizadas para o desenvolvimento dos *checklists*.

6.3.3. CASO 1 – ITENS 24 E 25 – SISTEMA IMPERMEABILIZANTE COM MEMBRANA DE POLIURETANO

No caso 1 do sistema impermeabilizante de membrana de poliuretano foram constatadas duas não-conformidades, ambas na etapa de Aplicação do Tipo de Impermeabilização. Tratam-se dos itens 24 e 25, os quais ditam, respectivamente, que “Para instalações que necessitem de fixação na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremate e reforços” e que “Para tubulações hidráulica, elétrica, de gás ou outras que passam paralelamente sobre a laje, as mesmas devem sempre ser executadas sobre a impermeabilização e nunca sob ela (no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado)”.

Na análise documental realizada constatou-se que para o item 24, o cliente realizou instalações não previstas inicialmente, o que desencadeou problemas com infiltrações que foram resolvidos posteriormente por meio de reparos localizados e modificações necessárias.

Já para o item 25, por sua vez, constatou-se que apesar das tubulações terem sido executadas com o mínimo de 10 cm acima do nível do piso acabado, conforme prega a norma, as ancoragens, em contrapartida, foram mal executadas pela empresa contratada pelo cliente para desempenhar tal atividade, o que desencadeou problemas posteriormente tratados por meio de reparos pontuais.

Assim sendo, uma possível consequência de tal ato caso não efetuassem os reparos necessários de forma correta, seria a infiltração futura em decorrência de tais, gerando inúmeros problemas na edificação, como manchas, deslocamentos, corrosão de armaduras etc., visto que a mesma não seguiu o que preconizam as normas técnicas utilizadas para o desenvolvimento dos *checklists*.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A impermeabilização na construção civil é, assim como qualquer outro sistema ou subsistema construtivo, muito importante para a integridade de uma edificação, uma vez que a protege contra a ação deletéria dos fluídos, vapores e umidade, garantindo assim, sua durabilidade.

Infelizmente, tal etapa de uma obra é muitas vezes negligenciada, tanto no âmbito de seleção, quanto no de projeto e execução, o que gera retrabalho e faz com que gastos inicialmente baixos, tornem-se onerosos e complicados do ponto de vista logístico de uma construção, pois em diversos casos o sistema de impermeabilização não fica exposto, o que implica na necessidade de remoção e nova execução de outras camadas.

Todas as partes de uma edificação que tenha contato direto ou indireto com fluídos, vapores ou umidade necessitam de impermeabilização. A parte analisada no atual trabalho foram as lajes de coberturas desprovidas de telhado, para as quais existem diversos sistemas impermeabilizantes aplicáveis, porém o foco da análise documental deste trabalho de conclusão de curso quanto ao grau de aderência às boas práticas construtivas, foram os sistemas com manta asfáltica, manta de PVC e membrana de poliuretano, cada um com cinco casos analisados.

Para o sistema de manta asfáltica, os casos com menor grau de aderência às boas práticas normativas foram 3 e 4, ambos com 97,22%, enquanto a etapa menos aderente foi a de Aplicação do Tipo de Impermeabilização, a qual nos casos 3 e 4 apresentou 90,91% de aderência.

Para o sistema de manta de PVC por sua vez, não houve casos e nem etapas com menor grau de aderência, pois todos obtiveram 100% em suas respectivas avaliações, demonstrando a expertise e comprometimento de quem as executou.

Por fim, para o sistema de membrana de poliuretano, o caso com menor grau de aderência às boas práticas normativas foi o 1, com 93,10%, enquanto a etapa menos aderente foi a de Aplicação do Tipo de Impermeabilização, a qual apresentou 81,82% de aderência no caso 1.

O *checklist* trouxe a possibilidade de avaliar três diferentes sistemas de impermeabilização para lajes de cobertura desprovidas de telhado quanto ao que as normas de referência pregam, abrindo a oportunidade para que pessoas físicas ou jurídicas acompanhem o andamento e obtenham um grau de aderência para qualquer obra já executada, em execução ou a executar.

Como sugestões de aprimoramento para o *checklist* existente têm-se:

- inserção de uma coluna com link de redirecionamento para itens marcados com “NÃO”, que leve a um drive organizado por pastas com cada tipo de impermeabilização e seus respectivos itens, contendo uma galeria de imagens e vídeos de processos executivos corretos quanto ao que é definido por norma;
- criação de botões com o intuito de automatizar o *checklist* ao máximo, por exemplo um para criação de nova planilha limpa e formatada para um determinado sistema impermeabilizante, outro para limpeza do que foi preenchido até então na planilha, entre outros;
- aprimorar com a inserção dos demais sistemas impermeabilizantes possíveis de serem aplicados em lajes de cobertura;
- aprimorar com a inserção de novos locais de aplicação que necessitam de impermeabilização em uma obra civil;
- inserção de local que possibilite gerar um relatório automático reunindo as informações da obra em análise, bem como seu grau de aderência total e por etapa, juntamente com os itens críticos e imagens de execuções corretas para tais.

O uso do *checklist*, bem como sua atualização quando necessário e aprimoramento conforme fora citado anteriormente, instiga e motiva qualquer empresa especializada a adotar novos critérios para suas obras, mudando o que for necessário para parametrizar seu processo executivo, de modo a buscar a perfeição do ponto de vista normativo, oferecendo maior durabilidade, garantia e segurança para o cliente e para si mesmo.

REFERÊNCIAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-5:2013**: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro: ABNT. 2013.

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

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

GUIMARÃES, J. P. Z.; FREIRE, M. A. Aprimoramento e compatibilização de processos de impermeabilização: investimento ou custo?. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 15., 2018, São Paulo. **Anais do 15º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização** [...]. São Paulo: Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO - IBI. **Guia de aplicação da norma de desempenho para impermeabilização: especificação, aplicação e contratação com foco no atendimento à ABNT NBR 15575:2013**. 2013. Disponível em <<https://ibibrasil.org.br/>>. Acesso em 14 jul. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO - IBI. **Guia orientativo para o desempenho dos sistemas de impermeabilização**. 2 ed. 2023. Disponível em <<https://ibibrasil.org.br/>>. Acesso em 14 jul. 2023.

MORAES, C. R. K. D. **Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre**. 2002. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

OTTO BAUMGART. **Impermeabilização de Estruturas**. VEDACIT. 4 ed. [s.n], 2009.

PICCHI, F. A. **Impermeabilização de Coberturas**. 1 ed. São Paulo: Pini, v. 1, 1986. 220 p.

RIGHI, G. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções - análise de casos**. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SCHREIBER, P. A. D. A. **Impermeabilização de lajes de cobertura: caracterização, execução e patologias**. Orientador: Prof. Aldo Giuntini de Magalhães. 2012. 68 f. TCC (Especialização) - Curso de Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

VERÇOZA, E. J. **Impermeabilização na Construção**. 1 ed. Porto Alegre: Sagra, 1985. 151 p.

YAZIGI, W. **A Técnica de Edificar**: Revista e Atualizada. 10. ed. São Paulo: Pini, 2009. 769 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Checklist executivo de sistemas de impermeabilização – Manta Asfáltica

CHECKLIST EXECUTIVO DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO			DATA DE ANÁLISE:	
			ANO DA OBRA:	
Nome do Responsável pela Análise:		Área Horizontal: m ²		
Sistema Impermeabilizante: Manta Asfáltica		Perímetro: m		
Local de Aplicação:		Altura Rodapé: m		
Tipo de Obra:		Área Vertical: m ²		
Endereço da Obra:		Área Total da Obra: m ²		
Cidade/Estado da Obra:		Interferências (ralos e tubulações): un		
ITEM	ETAPAS	DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
1	Preparação do Substrato	Substrato firme;		
2	Preparação do Substrato	Substrato coeso;		
3	Preparação do Substrato	Substrato seco;		
4	Preparação do Substrato	Substrato regular;		
5	Preparação do Substrato	Substrato limpo, isento de corpos estranhos, restos de formas, pontas de ferragem, resto de produtos desmoldantes ou impregnantes;		
6	Preparação do Substrato	Substrato isento de falhas e ninhos;		
7	Preparação do Substrato	Inclinação do substrato das áreas horizontais de no mínimo 1% em direção aos coletores de água;		
8	Preparação do Substrato	Diâmetro nominal mínimo dos coletores de 75 mm;		
9	Preparação do Substrato	Coletores e tubulações que transpassam as lajes impermeabilizadas rigidamente fixados à estrutura;		
10	Preparação do Substrato	Coletores e tubulações com detalhes específicos de arremate e reforço;		
11	Preparação do Substrato	Na presença de tubulações de água quente embutidas ou sistema de aquecimento de pisos, deve ser prevista isolamento térmica adequada antes da impermeabilização;		
12	Preparação do Substrato	Na presença de tubulações embutidas na alvenaria, é necessário prever proteção adequada para posterior fixação da impermeabilização;		
13	Preparação do Substrato	Planos verticais executados sobre elementos rigidamente solidarizados às estruturas, até a cota final de arremate da impermeabilização, prevendo-se reforços necessários;		

CHECKLIST EXECUTIVO DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO			DATA DE ANÁLISE:	
			ANO DA OBRA:	
Nome do Responsável pela Análise:		Área Horizontal: m ²		
Sistema Impermeabilizante: Manta Asfáltica		Perímetro: m		
Local de Aplicação:		Altura Rodapé: m		
Tipo de Obra:		Área Vertical: m ²		
Endereço da Obra:		Área Total da Obra: m ²		
Cidade/Estado da Obra:		Interferências (ralos e tubulações): un		
ITEM	ETAPAS	DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
14	Preparação do Substrato	Encaixes nos planos verticais para embutir a impermeabilização em altura mínima de 20 cm acima do nível acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir;		
15	Preparação do Substrato	Diferença de cota de no mínimo 6 cm nos limites entre áreas externas impermeabilizadas e áreas internas;		
16	Preparação do Substrato	Existência de barreira física no limite da linha interna dos contramarcos, caixilhos e batentes, com declividade para a área externa;		
17	Preparação do Substrato	Arremates adequados e selamentos adicionais nos caixilhos, contramarcos, batentes e outros elementos de interferência;		
18	Preparação do Substrato	Encontros entre planos horizontais e verticais com detalhes específicos para correta impermeabilização;		
19	Preparação do Substrato	Arestas arredondadas nas áreas a serem impermeabilizadas;		
20	Preparação do Substrato	Cantos vivos em meia cana nas áreas a serem impermeabilizadas;		
21	Preparação do Substrato	Juntas de dilatação devidamente impermeabilizadas (a partir de detalhamento específico);		
22	Preparação do Substrato	Juntas de dilatação com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento;		
23	Preparação do Substrato	Na presença de enchimento, a impermeabilização deverá ser executada sob ou sobre o mesmo, com devidos pontos de escoamento de fluídos;		
24	Preparação do Substrato	Nos locais onde a impermeabilização for executada sobre contrapiso, este deve estar perfeitamente aderido ao substrato;		
25	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para instalações que necessitem de fixação na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremate e reforços;		
26	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para tubulações hidráulica, elétrica, de gás ou outras que passam paralelamente sobre a laje, as mesmas devem sempre ser executadas sobre a impermeabilização e nunca sob ela (no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado);		
27	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para tubulações externas às paredes, as mesmas devem ser afastadas entre elas ou dos planos verticais por no mínimo 10 cm;		
28	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Aplicação de 01 (uma) demão de primer para manta asfáltica com rolo de lã de carneiro, trincha ou brocha, de forma homogênea, aguardando sua total secagem;		
29	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Temperatura ambiente para aplicação da manta asfáltica acima de 5°C, salvo orientação específica do fabricante;		
30	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Correto alinhamento das bobinas de manta asfáltica, desenrolando-as e rebobinando-as novamente (é comum uso de gesso ou material similar para demarcar o alinhamento das bobinas);		

CHECKLIST EXECUTIVO DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO			DATA DE ANÁLISE:	
			ANO DA OBRA:	
Nome do Responsável pela Análise:		Área Horizontal: m ²		
Sistema Impermeabilizante: Manta Asfáltica		Perímetro: m		
Local de Aplicação:		Altura Rodapé: m		
Tipo de Obra:		Área Vertical: m ²		
Endereço da Obra:		Área Total da Obra: m ²		
Cidade/Estado da Obra:		Interferências (ralos e tubulações): un		
ITEM	ETAPAS	DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
31	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para consumo, manuseio, ferramentas e instruções de segurança, seguir as orientações do fabricante;		
32	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Chama de Maçarico a GLP	Maçarico com gatilho controlador de chama, haste de 50 cm e bocal de 2";		
33	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Chama de Maçarico a GLP	Direcionar a chama do maçarico de forma a aquecer simultaneamente o substrato imprimado e a face de aderência da manta (atentar para que a intensidade da chama não danifique a mesma);		
34	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Chama de Maçarico a GLP	Pressionar a manta do centro em direção às bordas, de forma a expulsar eventuais bolhas de ar;		
35	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Chama de Maçarico a GLP	Sobreposições com no mínimo 10 cm;		
36	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Chama de Maçarico a GLP	Selamento das emendas com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas;		
37	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Asfalto a Quente	Aquecer o asfalto de forma homogênea com equipamento adequado e em temperatura entre 180°C e 220°C (sem adição de polímeros) ou entre 160°C e 180°C (com adição de polímeros);		
38	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Asfalto a Quente	Aplicação de 01 (uma) demão de asfalto aquecido com o uso de meada de fios de juta, no substrato imprimado numa distância máxima de 1 metro à frente da bobina;		
39	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Asfalto a Quente	Pressionar a manta do centro em direção às bordas, de forma a expulsar eventuais bolhas de ar;		
40	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Asfalto a Quente	Sobreposições com no mínimo 10 cm;		
41	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Asfalto a Quente	Selamento das emendas através da aplicação de banho de asfalto, com uso de meada de fios de juta, pressionando as emendas com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas;		
42	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Adesivos	Aplicação de uma camada homogênea de adesivo no substrato imprimado e na face da manta asfáltica a ser aderida ao substrato;		
43	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Adesivos	Aguardar tempo de pega do adesivo;		
44	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Adesivos	Pressionar a manta contra o substrato (do centro em direção às bordas) de forma a expulsar eventuais bolhas de ar;		
45	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Adesivos	Sobreposições com no mínimo 10 cm;		
46	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Com Adesivos	Selamento das emendas com roletes, espátulas ou colher de pedreiro de pontas arredondadas;		
47	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Autoadesivas	Remoção de elemento antiaderente, promovendo a adesão inicial ao substrato;		

CHECKLIST EXECUTIVO DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO		DATA DE ANÁLISE:
		ANO DA OBRA:

Nome do Responsável pela Análise:	Área Horizontal:	m ²
Sistema Impermeabilizante: Manta Asfáltica	Perímetro:	m
Local de Aplicação:	Altura Rodapé:	m
Tipo de Obra:	Área Vertical:	m ²
Endereço da Obra:	Área Total da Obra:	m ²
Cidade/Estado da Obra:	Interferências (ralos e tubulações):	un

ITEM	ETAPAS	DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
48	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Autoadesivas	Executar o processo lentamente, pressionando a manta do centro em direção às bordas, para eliminação de eventuais bolhas de ar;		
49	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Autoadesivas	Sobreposições com no mínimo 10 cm;		
50	Aplicação do Tipo de Impermeabilização - Autoadesivas	Emendas fortemente pressionadas com roletes metálicos;		
51	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteções mecânicas, bem como pisos posteriores, devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidas com materiais deformáveis, principalmente no encontro de diferentes planos;		
52	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteção mecânica de áreas verticais estruturada com tela de fios de arame galvanizado ou plástico;		
53	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteção mecânica de áreas horizontais, armada ou não, executada sobre camada separadora e/ou drenante, nos locais onde exista possibilidade de agressão mecânica;		
54	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Promover proteção contra raios ultravioleta, exceto para as mantas autoprotetidas;		

GRAU DE ADERÊNCIA ÀS BOAS PRÁTICAS DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO PARA LAJES DE COBERTURA - TOTAL

0,00%

SIM

NÃO

GRAU DE ADERÊNCIA ÀS BOAS PRÁTICAS DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO PARA LAJES DE COBERTURA - ETAPAS

Preparação do Substrato **0,00%**

Aplicação do Tipo de Impermeabilização **0,00%**

Proteção do Tipo de Impermeabilização **0,00%**

SIM

NÃO

APÊNDICE B – Checklist executivo de sistemas de impermeabilização – Manta de PVC

CHECKLIST EXECUTIVO DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO			DATA DE ANÁLISE:		
			ANO DA OBRA:		
Nome do Responsável pela Análise:		Área Horizontal:			m ²
Sistema Impermeabilizante: Manta de PVC		Perímetro:			m
Local de Aplicação:		Altura Rodapé:			m
Tipo de Obra:		Área Vertical:			m ²
Endereço da Obra:		Área Total da Obra:			m ²
Cidade/Estado da Obra:		Interferências (ralos e tubulações):			un
ITEM	ETAPAS	DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	
1	Preparação do Substrato	Substrato firme;			
2	Preparação do Substrato	Substrato coeso;			
3	Preparação do Substrato	Substrato seco;			
4	Preparação do Substrato	Substrato regular;			
5	Preparação do Substrato	Substrato limpo, isento de corpos estranhos, restos de fôrmas, pontas de ferragem, resto de produtos desmoldantes ou impregnantes;			
6	Preparação do Substrato	Substrato isento de falhas e ninhos;			
7	Preparação do Substrato	Inclinação do substrato das áreas horizontais de no mínimo 1% em direção aos coletores de água;			
8	Preparação do Substrato	No caso de superfície irregular onde não seja possível a execução de uma camada de regularização, utilizar camada de berço;			
9	Preparação do Substrato	Diâmetro nominal mínimo dos coletores de 75 mm;			
10	Preparação do Substrato	Coletores e tubulações que transpassam as lajes impermeabilizadas devem estar rigidamente fixados à estrutura;			
11	Preparação do Substrato	Coletores e tubulações devem possuir detalhes específicos de arremate e reforço;			
12	Preparação do Substrato	Na presença de tubulações de água quente embutidas ou sistema de aquecimento de pisos, deve ser prevista isolamento térmica adequada antes da impermeabilização;			
13	Preparação do Substrato	Na presença de tubulações embutidas na alvenaria, é necessário prever proteção adequada para posterior fixação da impermeabilização;			
14	Preparação do Substrato	Planos verticais executados sobre elementos rigidamente solidarizados às estruturas, até a cota final de arremate da impermeabilização, prevendo-se reforços necessários;			
15	Preparação do Substrato	Encaixes nos planos verticais para embutir a impermeabilização em altura mínima de 20 cm acima do nível acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir;			

CHECKLIST EXECUTIVO DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO			DATA DE ANÁLISE:	
			ANO DA OBRA:	
Nome do Responsável pela Análise:		Área Horizontal:		m ²
Sistema Impermeabilizante: Manta de PVC		Perímetro:		m
Local de Aplicação:		Altura Rodapé:		m
Tipo de Obra:		Área Vertical:		m ²
Endereço da Obra:		Área Total da Obra:		m ²
Cidade/Estado da Obra:		Interferências (ralos e tubulações):		un
ITEM	ETAPAS	DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
16	Preparação do Substrato	Diferença de cota de no mínimo 6 cm nos limites entre áreas externas impermeabilizadas e áreas internas;		
17	Preparação do Substrato	Existência de barreira física no limite da linha interna dos contramarcos, caixilhos e batentes, com declividade para a área externa;		
18	Preparação do Substrato	Arremates adequados e selamentos adicionais nos caixilhos, contramarcos, batentes e outros elementos de interferência;		
19	Preparação do Substrato	Encontros entre planos horizontais e verticais com detalhes específicos para correta impermeabilização;		
20	Preparação do Substrato	Arestas arredondadas nas áreas a serem impermeabilizadas;		
21	Preparação do Substrato	Cantos vivos em meia cana nas áreas a serem impermeabilizadas;		
22	Preparação do Substrato	Juntas de dilatação devidamente impermeabilizadas (a partir de detalhamento específico);		
23	Preparação do Substrato	Juntas de dilatação com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento;		
24	Preparação do Substrato	Na presença de enchimento, a impermeabilização deverá ser executada sob ou sobre o mesmo, com devidos pontos de escoamento de fluidos;		
25	Preparação do Substrato	Nos locais onde a impermeabilização for executada sobre contrapiso, este deve estar perfeitamente aderido ao substrato;		
26	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para instalações que necessitem de fixação na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremate e reforços;		
27	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para tubulações hidráulica, elétrica, de gás ou outras que passam paralelamente sobre a laje, as mesmas devem sempre ser executadas sobre a impermeabilização e nunca sob ela (no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado);		
28	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para tubulações externas às paredes, as mesmas devem ser afastadas entre elas ou dos planos verticais por no mínimo 10 cm;		
29	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Abrir os rolos ou painéis de Manta de PVC;		
30	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Consumo de acordo com as recomendações do fabricante;		
31	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Manuseio de acordo com as recomendações do fabricante;		

CHECKLIST EXECUTIVO DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO		DATA DE ANÁLISE:
		ANO DA OBRA:
Nome do Responsável pela Análise:	Área Horizontal:	m ²
Sistema Impermeabilizante: Manta de PVC	Perímetro:	m
Local de Aplicação:	Altura Rodapé:	m
Tipo de Obra:	Área Vertical:	m ²
Endereço da Obra:	Área Total da Obra:	m ²
Cidade/Estado da Obra:	Interferências (ralos e tubulações):	un

ITEM	ETAPAS	DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
32	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Ferramentas e equipamentos necessários de acordo com as recomendações do fabricante;		
33	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Fixações mecânicas, incluindo compartimentações e acessórios necessários de acordo com as recomendações do fabricante;		
34	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Instruções de segurança de acordo com as recomendações do fabricante;		
35	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteções mecânicas, bem como pisos posteriores, devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidas com materiais deformáveis, principalmente no encontro de diferentes planos;		
36	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteção mecânica de áreas verticais estruturada com tela de fios de arame galvanizado ou plástico;		
37	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteção mecânica de áreas horizontais, armada ou não, executada sobre camada separadora e/ou drenante, nos locais onde exista possibilidade de agressão mecânica;		
38	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Promover proteção contra raios ultravioleta, exceto para as mantas com resistência aos raios ultravioleta;		

GRAU DE ADERÊNCIA ÀS BOAS PRÁTICAS DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO PARA LAJES DE COBERTURA - TOTAL

0,00%

SIM
 NÃO

GRAU DE ADERÊNCIA ÀS BOAS PRÁTICAS DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO PARA LAJES DE COBERTURA - ETAPAS

Preparação do Substrato **0,00%**

Aplicação do Tipo de Impermeabilização **0,00%**

Proteção do Tipo de Impermeabilização **0,00%**

SIM
 NÃO

APÊNDICE C – Checklist executivo de sistemas de impermeabilização – Membrana de Poliuretano

CHECKLIST EXECUTIVO DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO			DATA DE ANÁLISE:		
			ANO DA OBRA:		
Nome do Responsável pela Análise:		Área Horizontal:			m ²
Sistema Impermeabilizante: Membrana de Poliuretano		Perímetro:			m
Local de Aplicação:		Altura Rodapé:			m
Tipo de Obra:		Área Vertical:			m ²
Endereço da Obra:		Área Total da Obra:			m ²
Cidade/Estado da Obra:		Interferências (ralos e tubulações):			un
ITEM	ETAPAS	DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES	
1	Preparação do Substrato	Substrato firme;			
2	Preparação do Substrato	Substrato coeso;			
3	Preparação do Substrato	Substrato seco;			
4	Preparação do Substrato	Substrato regular;			
5	Preparação do Substrato	Substrato limpo, isento de corpos estranhos, restos de fôrmas, pontas de ferragem, resto de produtos desmoldantes ou impregnantes;			
6	Preparação do Substrato	Substrato isento de falhas e ninhos;			
7	Preparação do Substrato	Inclinação do substrato das áreas horizontais de no mínimo 1% em direção aos coletores de água;			
8	Preparação do Substrato	Diâmetro nominal mínimo dos coletores de 75 mm;			
9	Preparação do Substrato	Coletores e tubulações que transpassam as lajes impermeabilizadas devem estar rigidamente fixados à estrutura;			
10	Preparação do Substrato	Coletores e tubulações devem possuir detalhes específicos de arremate e reforço;			
11	Preparação do Substrato	Na presença de tubulações de água quente embutidas ou sistema de aquecimento de pisos, deve ser prevista isolamento térmica adequada antes da impermeabilização;			
12	Preparação do Substrato	Na presença de tubulações embutidas na alvenaria, é necessário prever proteção adequada para posterior fixação da impermeabilização;			
13	Preparação do Substrato	Planos verticais executados sobre elementos rigidamente solidarizados às estruturas, até a cota final de arremate da impermeabilização, prevendo-se reforços necessários;			
14	Preparação do Substrato	Diferença de cota de no mínimo 6 cm nos limites entre áreas externas impermeabilizadas e áreas internas;			
15	Preparação do Substrato	Existência de barreira física no limite da linha interna dos contramarcos, caixilhos e batentes, com declividade para a área externa;			

CHECKLIST EXECUTIVO DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO			DATA DE ANÁLISE:	
			ANO DA OBRA:	
Nome do Responsável pela Análise:		Área Horizontal: m ²		
Sistema Impermeabilizante: Membrana de Poliuretano		Perímetro: m		
Local de Aplicação:		Altura Rodapé: m		
Tipo de Obra:		Área Vertical: m ²		
Endereço da Obra:		Área Total da Obra: m ²		
Cidade/Estado da Obra:		Interferências (ralos e tubulações): un		
ITEM	ETAPAS	DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
16	Preparação do Substrato	Arremates adequados e selamentos adicionais nos caixilhos, contramarcos, batentes e outros elementos de interferência;		
17	Preparação do Substrato	Encontros entre planos horizontais e verticais com detalhes específicos para correta impermeabilização;		
18	Preparação do Substrato	Arestas arredondadas nas áreas a serem impermeabilizadas;		
19	Preparação do Substrato	Cantos vivos em meia cana nas áreas a serem impermeabilizadas;		
20	Preparação do Substrato	Juntas de dilatação devidamente impermeabilizadas (a partir de detalhamento específico);		
21	Preparação do Substrato	Juntas de dilatação com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento;		
22	Preparação do Substrato	Na presença de enchimento, a impermeabilização deverá ser executada sob ou sobre o mesmo, com devidos pontos de escoamento de fluídos;		
23	Preparação do Substrato	Nos locais onde a impermeabilização for executada sobre contrapiso, este deve estar perfeitamente aderido ao substrato;		
24	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para instalações que necessitem de fixação na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremate e reforços;		
25	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para tubulações hidráulica, elétrica, de gás ou outras que passam paralelamente sobre a laje, as mesmas devem sempre ser executadas sobre a impermeabilização e nunca sob ela (no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado);		
26	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Para tubulações externas às paredes, as mesmas devem ser afastadas entre elas ou dos planos verticais por no mínimo 10 cm;		
27	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Mistura adequada dos componentes (caso houver mais de um) de forma mecânica ou manual;		
28	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Tempo de utilização do produto não deve ultrapassar o tempo de manuseio;		
29	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Caso necessário ou recomendado, aplicar sobre o substrato 01 (uma) demão de imprimção e aguardar secagem;		
30	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Quando da utilização de estruturante, o mesmo deve ser posicionado após a primeira demão do produto e ser recoberto pelas demãos subsequentes;		
31	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Dosagem de acordo com as recomendações do fabricante;		

CHECKLIST EXECUTIVO DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO		DATA DE ANÁLISE:
		ANO DA OBRA:

Nome do Responsável pela Análise:	Área Horizontal:	m ²
Sistema Impermeabilizante: Membrana de Poliuretano	Perímetro:	m
Local de Aplicação:	Altura Rodapé:	m
Tipo de Obra:	Área Vertical:	m ²
Endereço da Obra:	Área Total da Obra:	m ²
Cidade/Estado da Obra:	Interferências (ralos e tubulações):	un

ITEM	ETAPAS	DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
32	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Consumo de acordo com as recomendações do fabricante;		
33	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Tempo de mistura e manuseio de acordo com as recomendações do fabricante;		
34	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Ferramentas de aplicação de acordo com as recomendações do fabricante;		
35	Aplicação do Tipo de Impermeabilização	Tempo de secagem entre demãos e cura de acordo com as recomendações do fabricante;		
36	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Proteções mecânicas, bem como pisos posteriores, devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidas com materiais deformáveis, principalmente no encontro de diferentes planos;		
37	Proteção do Tipo de Impermeabilização	Recomenda-se proteção mecânica em locais onde exista possibilidade de agressão mecânica;		

GRAU DE ADERÊNCIA ÀS BOAS PRÁTICAS DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO PARA LAJES DE COBERTURA - TOTAL

0,00%

SIM

NÃO

GRAU DE ADERÊNCIA ÀS BOAS PRÁTICAS DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO PARA LAJES DE COBERTURA - ETAPAS

Preparação do Substrato **0,00%**

Aplicação do Tipo de Impermeabilização **0,00%**

Proteção do Tipo de Impermeabilização **0,00%**

SIM

NÃO