

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ELOISE LEONORA GNOATTO
JÉSSICA KLEMM NUERNBERG**

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE COBERTURAS DO TIPO LAJE
IMPERMEABILIZADA EXECUTADAS EM PATO BRANCO-PR NA ÚLTIMA
DÉCADA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PATO BRANCO
2014**

**ELOISE LEONORA GNOATTO
JÉSSICA KLEMM NUERNBERG**

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE COBERTURAS DO TIPO LAJE
IMPERMEABILIZADA EXECUTADAS EM PATO BRANCO-PR NA ÚLTIMA
DÉCADA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de TCC 1, do Curso de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elizângela Marcelo Siliprandi.

**PATO BRANCO
2014**



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE COBERTURAS DO TIPO LAJE IMPERMEABILIZADA EXECUTADAS EM PATO BRANCO-PR NA ÚLTIMA DÉCADA

ELOISE LEONORA GNOATTO
e
JÉSSICA KLEMM NUERNBERG

Aos 2 dias do mês de dezembro do ano de 2014, às 8h30min, na Sala de Treinamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após argüição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº 37-TCC/2014.

Orientador: Prof Dra. ELIZÂNGELA MARCELO SILIPRANDI (DACOC / UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Msc. JAIRO TROMBETTA (DACOC / UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Msc. NORMELIO VITOR FRACARO (DACOC / UTFPR-PB)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente à Deus por nos dar forças para superar as dificuldades e por estar sempre presente em nossas vidas.

Gostaríamos de deixar um agradecimento especial as nossas famílias: pais e irmãos e avós, pelo carinho, amor e compreensão, pois acreditamos que sem o amor incondicional que recebemos seria muito difícil vencer esse desafio.

Agradecemos imensamente a Professora Dr^a Elizângela Marcelo Siliprandi pela sua dedicação, auxílio e confiança em nós depositada e também pela orientação deste trabalho. Estendemos o agradecimento a todos os professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco que colaboraram para nossa formação pelos valorosos ensinamentos.

A todos os colegas, gostaríamos de externar nossa alegria de poder conviver durante a realização deste estudo.

E por fim, agradecemos aos professores da banca examinadora pela atenção e contribuição dedicadas a este estudo.

RESUMO

GNOATTO, Eloise L., NUERNBERG, Jéssica K.; **Análise da utilização de coberturas do tipo laje impermeabilizada executadas em Pato Branco – PR na última década.** 2014, 76 pág. Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Pato Branco, 2014.

A cobertura de uma edificação é responsável pela estanqueidade, proteção e conforto. Atualmente, devido principalmente a elevação dos custos de terrenos e a consequente necessidade da utilização eficiente dos espaços, as coberturas compostas por laje impermeabilizada estão em ascensão. Porém, a especialização da mão-de-obra nem sempre acompanha esse crescimento. Como resultado disso, problemas frequentes associadas a impermeabilização deficiente causam inúmeros desentendimentos entre construtoras e clientes. Sendo assim, observou-se a necessidade de um estudo da utilização das lajes impermeabilizadas como coberturas, buscando a experiência e julgamentos de profissionais da área, bem como a visão por parte dos proprietários. Tal pesquisa foi feita através da aplicação de questionários, assim como acompanhamento da execução de procedimentos de impermeabilização determinando, assim, o desempenho do processo construtivo em questão. Ao término das entrevistas, houve a união dos dados coletados, acompanhado de uma análise dos principais pontos citados. Por fim, observou-se que a impermeabilização de lajes realizada no município de Pato Branco ainda tem muito a melhorar, começando pelo projeto específico de impermeabilização que, apesar de previsto pela NBR 9575 (2010), não é realizado. O teste de estanqueidade é outro ponto falho, uma vez que constatou-se que não é realizado em todas as obras, ficando em dúvida a eficiência da impermeabilização realizada. Dentre as anomalias percebidas pelos usuários, as principais causas estão relacionadas com a mão de obra desqualificada. Apesar das adversidades, a avaliação final dos usuários foi considerada positiva, tendo uma satisfação geral acima de 80%. Quanto aos profissionais, houve predomínio de um otimismo relacionado ao crescimento da utilização do sistema.

Palavras-chave: Lajes impermeabilizadas. Manta asfáltica. Teste de estanqueidade. Infiltração.

ABSTRACT

GNOATTO, Eloise L., NUERNBERG, Jéssica K.; **Analysis of the utilization of waterproofed slab coverage type performed in Pato Branco - PR over the last decade.** 2014, 76p. Civil Construction Academic Department, Federal University of Technology – Paraná. Pato Branco, 2014.

The building coverage is responsible for the tightness, protection and comfort. Nowadays, mainly due of rising costs land and the consequent requirement for efficient use of space, the coverages composed of impermeable slab are on the rise. However, the labor's specialization not always follows this growth. As a result, frequently problems associated with poor waterproofing causes numerous disagreements between builders and customers. Therefore, it was noted a need of a study of the use of waterproofed slabs as coverages, searching the experiences and judgements of professionals in the area, as well as the owners point of view. It was made through the application of questionnaires, even as monitoring the waterproofing procedures execution, thus determining the performance of the construction process in question. At the end of the interviews, there was a union of the collected data, accompanied with an analysis of the main points mentioned. Finally, it was observed that the waterproofing slabs performed in the city of Pato Branco still has much to improve, starting with the specific design of waterproofing that although predicted by NBR 9575 (2010), is not realized. The tightness test is another missing point, since it was found that is not done in all works, leaving in doubt the efficiency of the waterproofing done. Among the anomalies perceived by users, the main causes are related to unskilled labor. Despite the adversities, the final evaluation was considered positive, with an overall satisfaction above 80%. For the professionals, the optimism related to the increment of the system utilization predominated.

Keywords: Waterproofed slabs. Asphalt Blanket. Tightness Test. Infiltration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Impermeabilização com manta asfáltica.	23
Figura 2 – Tubulação de ar-condicionado	31
Figura 3 – Tubulações hidrossanitárias.....	31
Figura 4 – Detalhe da aplicação da manta asfáltica.....	37
Figura 5 – Arredondamento de cantos internos.	38
Figura 6 – Embutimento da manta no emboço da parede lateral.....	38
Figura 7 – Aquecimento da manta asfáltica	40
Figura 8 – Compressão da manta contra a parede para fixação.....	40
Figura 9 – Teste de estanqueidade.....	43
Figura 10 – Imóvel do Proprietário 1	46
Figura 11 – Imóvel do Proprietário 2	48
Figura 12 – Imóvel do Proprietário 3	50
Figura 13 – Imóvel do Proprietário 5	53
Figura 14 – Imóvel do Proprietário 6	54
Figura 15 – Detalhamento das camadas.....	56
Figura 16 – Preparação da laje para a impermeabilização	65
Figura 17 – Impermeabilização com manta asfáltica	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Parâmetros a serem considerados na seleção	26
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA	14
2 LAJES IMPERMEABILIZADAS	16
2.1 HISTÓRICO	17
2.2 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	19
2.2.1 Cimentícios	19
2.2.1.1 Argamassa com aditivo impermeabilizante.....	20
2.2.1.2 Argamassa polimérica	20
2.2.1.2 Cristalizantes	21
2.2.2 Asfálticos	22
2.2.2.1 Manta asfáltica.....	23
2.2.2.2 Membrana asfáltica.....	24
2.2.3 Poliméricos	25
2.2.3.1 Manta de PVC.....	26
2.2.3.2 Membrana acrílica	27
2.2.3.3 Mantas EPDM.....	27
2.2.3.4 Membrana de poliureia	27
2.2.3.5 Manta termoplástica de poliolefina.....	28
2.3 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO.....	29
2.4 PROJETOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	30
2.4.1 Projeto Básico.....	33
2.4.2 Projeto Executivo	33

2.5 DESEMPENHO.....	34
2.5.1 Patologias	36
2.6 INSTALAÇÃO E EXECUÇÃO	36
2.6.1 Aplicação da Manta Asfáltica.....	37
2.6.1.1 Preparação da base.....	37
2.6.1.2 Aplicação do primer	39
2.6.1.3 Desenrolar a manta	39
2.6.1.4 Impermeabilização.....	39
2.6.1.5 Camada de separação.....	41
2.6.1.6 Isolamento térmico.....	42
2.6.1.7 Camada de proteção mecânica	42
2.6.1.8 Teste de estanqueidade	43
3 METODOLOGIA.....	44
4 ESTUDO DE CASO – LAJES IMPERMEABILIZADAS	46
4.1 DEPOIMENTOS DOS PROPRIETÁRIOS	46
4.1.1 Proprietário 1	46
4.1.2 Proprietário 2	47
4.1.3 Proprietário 3	50
4.1.4 Proprietário 4	51
4.1.5 Proprietário 5	52
4.1.6 Proprietário 6	54
4.2 DEPOIMENTOS DOS PROFISSIONAIS	56
4.2.1 Profissional 1	56
4.2.2 Profissional 2	59
4.2.3 Profissional 3	61
4.2.4 Profissional 4	62
4.2.5 Profissional 5	63

4.3 ACOMPANHAMENTO DO PROCEDIMENTO.....	64
4.4 ANÁLISES DOS RESULTADOS.....	66
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
6 REFERÊNCIAS.....	70
APÊNDICES.....	75
APÊNDICE A – Questionário para empresas e/ou profissionais	75
APÊNDICE B – Questionário para proprietários	77

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de cobertura, segundo a NBR 15.575 (2013), englobam lajes, telhados, forros e outros elementos, como calhas e rufos. Têm como função assegurar estanqueidade às águas pluviais, protegendo os demais sistemas da edificação contra a deterioração por agentes naturais, além de contribuir para um melhor conforto termoacústico do edifício.

Para Venturi (2004), coberturas são lugares sensíveis ao acúmulo de águas pluviais e estão especialmente sujeitas a patologias como infiltrações, escorrimentos, gotejamentos e outros. Para evitar esses problemas, muitas vezes é necessário impermeabilizar estas superfícies.

Quando se trata de coberturas compostas exclusivamente por lajes, a impermeabilização se torna uma etapa decisiva. Para que seja eficiente e cumpra com seus requisitos é indispensável a elaboração prévia de um projeto de impermeabilização, o qual trará as especificações de materiais e serviços.

Coberturas do tipo laje impermeabilizada estão ascendendo no mercado e, aos poucos, vem substituindo os modelos convencionais de telhados. Segundo Barros e Bernardes (2013), a elevação de custos de terrenos e a consequente necessidade da utilização eficiente dos espaços nos edifícios intensificaram o conceito de empreendimentos com lajes de cobertura de uso coletivo e pisos externos sobre garagens.

Além disso, um assunto cada vez mais recorrente na esfera da construção civil, a sustentabilidade, também tem relação com as lajes impermeabilizadas. Esse tema que, atualmente deixa ser modismo e passa a fazer parte de um cenário de responsabilidade e preocupação, acaba por ser decisivo na escolha de um sistema de construção. Sendo assim, quando pensamos em sustentabilidade na impermeabilização, certamente estaremos considerando não somente a garantia do conforto e estanqueidade da obra, mas também no impacto ambiental causado pela aplicação de determinado produto.

A impermeabilização ocasiona um aumento do desempenho técnico e proteção das edificações, tendo como consequência o aumento da vida útil das

estruturas, reduzindo a degradação precoce e o volume de resíduos gerados com demolições ou reformas.

Ademais, observa-se que as empresas do ramo estão em crescente busca de tecnologias aliadas a sustentabilidade. Procurando atingir um patamar de sustentabilidade, as mesmas têm dado preferência a produtos à base d'água e sem elevados teores de materiais voláteis, em detrimento de impermeabilizantes à base de solventes, além do aperfeiçoamento dos produtos pré-fabricados ou pré-moldados, com o objetivo de viabilizar a sua utilização de forma mais ampla e com menos desperdícios.

Porém, a especialização da mão de obra nem sempre acompanha esse crescimento. Como resultado de lajes com impermeabilizações deficientes, as infiltrações são problemas frequentes e que causam inúmeros desentendimentos entre construtoras e clientes. Além disso, o transtorno e os custos para reparos de impermeabilizações são indiscutivelmente maiores que aquele gasto em um trabalho prévio bem feito.

Sendo assim, observou-se a necessidade de um estudo da utilização das lajes impermeabilizadas como coberturas, buscando a experiência e julgamentos de profissionais da área, bem como a visão por parte dos consumidores deste serviço.

Este estudo tem como propósito responder a pergunta: como a cobertura do tipo laje impermeabilizada vem sendo utilizada nas edificações do Município de Pato Branco – PR na última década? Busca-se abranger a análise de mercado, onde será analisado o porquê da escolha (ou não) do método construtivo, seu desempenho nas edificações e a satisfação dos usuários quanto ao uso.

Para isto foi realizado uma revisão bibliográfica sobre o assunto no que refere-se aos processos construtivos e materiais empregados; acompanhou-se a execução de procedimentos de impermeabilização; definiu-se a amostra e os pontos de estudo; realizou-se o levantamento de dados visitando as obras definidas na amostra e verificou-se as possíveis patologias do mesmo; obteve-se junto aos proprietários os relatos sobre o porquê da escolha de tal cobertura e o comportamento da mesma ao longo do tempo; e por fim organizou-se e analisou-se os dados levantados determinando o desempenho do processo construtivo em questão.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral realizar a análise da utilização das coberturas concebidas na forma de laje impermeabilizada em edificações no Município de Pato Branco-PR com até 10 anos de utilização.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar o levantamento bibliográfico acerca do assunto lajes impermeabilizadas, no que concernem os processos construtivos e materiais empregados;
- Acompanhar a execução de um procedimento de impermeabilização de ao menos um tipo de processo em uma laje de cobertura;
- Levantar os profissionais locais que, em seus projetos, fazem uso do método construtivo em estudo e, com os mesmos, obter uma relação de edificações onde o tipo de laje foi executado no período de estudo, definindo a amostra a ser verificada e os pontos a serem analisados;
- Realizar o levantamento de dados visitando as obras definidas na amostra, verificando possíveis patologias do mesmo;
- Colher junto aos proprietários os relatos sobre o porquê da escolha de tal cobertura e o comportamento da mesma ao longo do tempo;
- Organizar e analisar os dados levantados determinando o desempenho do processo construtivo em questão.

1.2 JUSTIFICATIVA

Em uma edificação a cobertura assume papel fundamental, sendo responsável pela proteção e conforto, acrescido pela responsabilidade de harmonizar a construção como um todo. São muitas as possibilidades de

formatos, materiais e técnicas, sendo que estas estão em constante aperfeiçoamento.

Para Castro (1977), dizemos que um tema é importante quando está de alguma forma ligado a uma questão crucial que polariza ou afeta um seguimento substancial da sociedade. Um tema pode ser importante se está ligado a uma questão teórica que merece atenção continuada na literatura especializada. Desta forma, pode-se dizer que a utilização do sistema construtivo em estudo, por aliar-se ao conceito de sustentabilidade cujo intuito é minimizar os impactos decorrentes da utilização e dos processos construtivos, buscando um bem maior, determina a importância do tema em questão.

Nesse sentido, as coberturas do tipo laje impermeabilizada surgiram como uma proposta diferente a do telhado convencional, eliminando o uso de madeira, facilitando a coleta de água pluvial, além de possibilitar a utilização desta área para outros fins.

Esta pesquisa possibilitará o exame do processo executivo e os cuidados que são necessários para garantir a qualidade deste tipo de cobertura.

Segundo Castro (1977), um termo original é aquele cujos resultados têm o potencial para nos surpreender. O fato de não haver sido feito não confere necessariamente originalidade a um tema. Sendo assim, como se trata de um processo construtivo relativamente recente, percebe-se que poucos profissionais o utilizam com naturalidade, muitas vezes por desconhecimento do sistema, e outras por não confiar em novas tecnologias, preferindo as vigentes e usuais. Com este trabalho serão verificadas edificações com laje impermeabilizada na cidade de Pato Branco-PR, que possuem até 10 anos de construção, identificando a condição decorrente do uso desta técnica, e apontando os pontos positivos e negativos, tanto da utilização, quanto a forma como foi executada, configurando a originalidade deste trabalho.

Para caracterizar-se como viável, considera-se que o sistema já vem sendo utilizado na cidade por alguns arquitetos em seus projetos, e os mesmos mostram-se confiantes na eficiência do sistema e disponíveis em contribuir com o trabalho, visto que tende a divulgar e estabelecer parâmetros para a sistematização da aplicação deste tipo de cobertura.

2 LAJES IMPERMEABILIZADAS

Em coberturas com telhados, a impermeabilidade é garantida pela inclinação e sobreposição das telhas. Todavia, quando se trata de lajes impermeabilizadas, o mesmo não pode ser observado. Para Picchi (1986), nas coberturas de concreto a estanqueidade é garantida pela continuidade da superfície vedante. Como o concreto não garante por si só essa continuidade devido as suas fissuras, são exigidas as impermeabilizações.

Ischakewitsch (2011) destaca que a impermeabilização é um item que precisa ser totalmente atendido a fim de não colocar em risco as construções e também não gerar custos adicionais na recuperação destas.

Segundo Ferreira (2013), a presença dos sistemas de impermeabilização influencia diretamente na vida das construções pois estes protegem as estruturas contra a ação nociva da água, cumprindo a função de formar uma barreira física que contém a propagação da umidade e evitam infiltrações. Por consequência, previnem também o aparecimento de manchas de bolor, deslocamento de azulejos, surgimento de goteiras e corrosão de armaduras.

Recentemente, a NBR 15575 (2013), que trata do desempenho das habitações, promoveu uma mudança de conceito, vendo os componentes e seus requisitos de forma integrada, falando de estanqueidade ao invés de impermeabilização da cobertura (e de outros sistemas da edificação). Segundo Corsini (2013) a Norma de Desempenho é mais ampla que as normas de impermeabilização porque não exige que os produtos componentes dos sistemas tenham desempenhos separados, e sim que o conjunto cumpra os requisitos.

Muitos são os fatores que podem influenciar na estanqueidade das coberturas e na especificação dos impermeabilizantes. Para Venturini (2014), alguns deles estão relacionados ao projeto, como a declividade e extensão dos panos, o detalhamento dos arremates e encontros e o dimensionamento do sistema de captação e drenagem das águas pluviais. Sendo assim, o projeto deve levar em consideração os condicionantes climáticos, como os índices pluviométricos, a velocidade dos ventos na região, e as características da cobertura quanto ao eventual tráfego de pessoas, equipamentos ou veículos e sua intensidade. Ao mesmo tempo também é necessário um cuidado especial

com elementos especiais da cobertura, como chaminés, tubos de ventilação e claraboias, nas interfaces com outros sistemas da edificação, especialmente em juntas, mudanças de plano, passagens de dutos e encontros com paredes.

Ischakewitsch (2011) analisa que o segmento de impermeabilização vem se renovando com o uso de novas tecnologias, que trazem junto os conceitos de sustentabilidade. Isso porque, segundo Vedacit (2012), muitas vezes por ser desacreditada a impermeabilização em coberturas acaba sendo substituída por telhados mais onerosos, mesmo levando-se em consideração o custo do m² de uma área que poderia ser aproveitada.

Para Corsini (2013), principalmente nas áreas urbanas adensadas, as coberturas são bem valorizadas e costumam ser habitadas. E nestes casos a estanqueidade das áreas externas é tratada como estanqueidade de piso.

No que se diz respeito as despesas, Silva et al (2003) avalia que o custo de impermeabilização na construção civil gira em torno de 1% a 3% do custo total da obra. Entretanto, estima-se o custo de reimpermeabilização (caso a impermeabilização não seja funcional) ente 5% a 10% do custo da obra, considerando-se apenas a quebra de pisos cerâmicos, granitos e argamassas (sem computar custos de consequências patológicas mais importantes e da depreciação do valor patrimonial).

2.1 HISTÓRICO

A umidade sempre foi uma preocupação para o homem desde o tempo em que habitava as cavernas. Segundo Felizardo e Pelisser (2013), o homem primitivo passou a se refugiar em cavernas para proteger-se das chuvas, animais e frio. Percebeu que a umidade ascendia do solo e penetrava pelas paredes, o que tornava a vida dentro delas insalubre. Esses problemas fizeram com que o homem fosse sempre aprimorando seus métodos construtivos e isolando a sua habitação.

Picchi (1986) relata que, possivelmente, os primeiros materiais usados pelo homem para impermeabilizar construções foram os betuminosos, ou seja, os asfaltos e alcatrões. Tem-se notícia do emprego destes materiais na impermeabilização de terraços e piscinas desde 3000 A.C.

De acordo Arantes (2007), a partir da primeira metade do século XIX, houve um grande avanço na área da impermeabilização através da Revolução Industrial. Antes, as construções eram pequenas e com coberturas muito inclinadas para o melhor escoamento da água. Com a industrialização, começou-se a construir grandes vãos horizontais (lajes planas), que eram impermeabilizadas com asfalto.

Segundo Ischakewitsch (2011) é relativamente recente a história da impermeabilização no Brasil, pois até os anos de 1970 existiam poucas soluções disponíveis no mercado. Foi na década de 70 que começaram a aparecer as grandes obras de impermeabilização com a construção dos metrô do Rio de Janeiro e de São Paulo, sendo que, somente o metrô do Rio de Janeiro, 1,5 milhão de metros quadrados de área foram impermeabilizadas.

Ainda segundo o mesmo autor, apenas em 1975, as primeiras normas brasileiras sobre o tema foram criadas, sendo uma delas a NBR 279, editada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que criou o Comitê Brasileiro de Isolação Térmica e Impermeabilização (CB-22). Também com o objetivo de melhorar as normas da área foi de essencial importância a criação do Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI). Atualmente, o Brasil tem uma coleção excelente de normas técnicas extremamente atuais e, para a manta asfáltica, que é um produto líder do mercado, a norma da ABNT NBR 9952 é uma das mais modernas do mundo.

Moraes (2002) conclui que, depois de anos de luta para normatizar os sistemas impermeabilizantes e torná-los mais adequados para atender às necessidades da construção no Brasil, o setor de impermeabilização, que envolve fabricantes, projetistas, construtoras, concreteiras, aplicadores e o comércio especializado, vem dando alguns passos importantes para transformar essa atividade em um elemento indispensável em uma obra, além de tentar incluí-la como um ramo da Engenharia Civil.

2.2 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A NBR 9575 (2010) define os sistemas de impermeabilização como um “conjunto de produtos e serviços (insumos) dispostos em camadas ordenadas, destinado a conferir estanqueidade a uma construção”.

Segundo Venturi (2014), quando é necessário impermeabilizar a cobertura, é necessário certificar se o material especificado é o mais adequado para a edificação. Lajes menores e mais "recortadas", por exemplo, pedem impermeabilizantes diferentes daqueles usados em lajes amplas.

Para Tamaki (2010), em lajes menores costuma-se utilizar as mantas e membranas asfálticas e resinas acrílicas. Quando se trata de lajes maiores, além da praticidade, a produtividade é importante. Por isso, a manta asfáltica é o material mais empregado.

Em 2010, com a publicação atualizada da NBR 9575 (2010), “Impermeabilização: Seleção e projeto”, a nomenclatura dos sistemas de impermeabilização mudou. Em vez da separação entre rígidos e flexíveis, os sistemas passaram a ser classificados de acordo com o seu componente principal: cimentício, asfáltico ou polimérico.

A recente mudança causa uma certa confusão entre as demais normas que ainda não foram atualizadas. Cichinelli (2013) lembra que o termo “impermeabilização rígida” ainda persiste na NBR 9574, “Execução de Impermeabilização”, mas a revisão do texto de 2007 deverá corrigir essa distorção.

2.2.1 Cimentícios

Nesse grupo se enquadram os sistemas de impermeabilização onde a camada impermeável é obtida por meio de aplicação de materiais a base de cimento com resinas. Pode-se citar técnicas como a argamassa com aditivo impermeabilizante, a argamassa polimérica e a argamassa modificada com polímero.

De acordo com Nakamura (2014), os impermeabilizantes cimentícios são usados em estruturas sujeitas a pouca movimentação estrutural, onde formam

uma barreira física que contém a propagação da umidade. São indicados para reservatórios e piscinas enterrados no solo, fundações, pisos de áreas internas, paredes de alvenaria e muros de arrimo. Jamais devem ser utilizados em lajes de cobertura.

2.2.1.1 Argamassa com aditivo impermeabilizante

Consiste num sistema onde a argamassa preparada em obra recebe aditivos impermeabilizantes, também chamados de hidrofugantes, que são comercializados na forma líquida. Como relatado por Cichinelli (2013), “ao serem adicionados às argamassas, esses aditivos reduzem a permeabilidade, criando uma repelência à água na estrutura interna dos capilares, formando um revestimento com propriedades impermeabilizantes”.

Como descrito por Cichinelli (2013), é mais indicada para fundações, paredes de alvenaria, muros de arrimo e baldrame. O autor ainda lembra que, durante a aplicação, é preciso fiscalizar a mistura e a preparação do material na argamassa, adicionando o volume correto indicado pelo fabricante.

Vedacit (2012) descreve alguns procedimentos que devem ser atentos durante a execução da impermeabilização com a argamassa impermeável:

A argamassa impermeável deve ser aplicada de forma contínua, com espessura de 30 mm, sendo a aplicação em camadas sucessivas de 15 mm, evitando-se a superposição das juntas de execução. A primeira camada deve ter acabamento sarrafeado, a fim de oferecer superfície de ancoragem para a camada posterior, sendo a argamassa impermeável manualmente adensada contra a superfície para eliminar ao máximo o índice de vazios. As duas camadas devem ser executadas no mesmo dia, caso contrário, a última camada deve ser precedida de chapisco. (VEDACIT, 2012, p. 18).

Ainda segundo o autor, é recomendada a execução de uma proteção mecânica em locais onde exista possibilidade de agressão mecânica.

2.2.1.2 Argamassa polimérica

De acordo com Vedacit (2012), consiste num tipo de impermeabilização industrializada aplicada em substrato de concreto, constituída de agregados

minerais inertes, cimento e polímeros, formando um revestimento com propriedades impermeabilizantes.

Cichinelli (2013) relata que as argamassas poliméricas são comercializadas como produtos bicomponentes, ou seja, uma parte em pó (composta por cimento, areia e agregados minerais) e outra líquida (com polímeros que conferem flexibilidade ao conjunto).

Para um melhor resultado e evitar falhas, o autor ainda indica que é preciso observar o tempo correto de homogeneização indicado pelo fabricante, não aplicar o produto em superfície molhada (a superfície tem de estar úmida) e jamais adicionar água no produto após misturado, a fim de melhorar o rendimento de aplicação.

Quanto as particularidades da aplicação, Vedacit (2012) afirma que a superfície deve estar ligeiramente úmida, limpa e isenta de pó. Além disso, as eventuais trincas devem ser tratadas previamente.

Ainda segundo o autor, deve-se misturar os dois componentes perfeitamente, de preferência com agitador mecânico, aplicando em, no máximo, uma hora após a mistura. Caso não venha a ser utilizado de uma só vez, deve-se misturar os componentes na proporção 1:3 (líquido:pó), em massa.

A NBR 9574 indica que na execução deve-se “aplicar sobre o substrato as demãos em sentido cruzado da argamassa polimérica, com intervalos de 2 a 6 horas entre demãos, dependendo da temperatura ambiente. Caso a demão anterior esteja seca, molhar o local antes da nova aplicação”.

De acordo com Cichinelli (2013), em função do teor de resinas utilizadas em sua fabricação, pode-se ter grande variedade de aplicações e de propriedades. O autor ainda menciona que argamassa polimérica é indicada para reservatórios enterrados, fundações, pisos em áreas internas, paredes de alvenaria, piscinas enterradas, muros de arrimo e outros locais, como banheiros e floreiras.

2.2.1.2 Cristalizantes

Segundo Cichinelli (2013), são compostos químicos que ao entrar em contato com a água de infiltração, cristalizam-se para constituir uma barreira

impermeável resistente, principalmente, a pressões negativas. Indicados para impermeabilizações temporárias, são utilizados, sobretudo, para conter infiltrações localizadas e impermeabilizar grandes estruturas em concreto.

A SA Soluções de Engenharia alerta em seu 10º boletim técnico que, como os cristalizantes são produtos formadores de película, quando agredidos e danificados perdem o efeito impermeabilizante nestes pontos. Além disso, sua eficiência impermeável está diretamente ligada à continuidade e uniformidade da espessura de sua película e a aderência ao substrato.

Martins (2013-a) indica seu uso para reservatórios, estações de tratamento de água e efluentes, estruturas de contenção secundárias, túneis, lajes de subsolo, fundações, estacionamentos subterrâneos, piscinas e componentes pré-moldados.

2.2.2 Asfálticos

Sistemas de impermeabilização que possuem em sua composição principalmente componentes a base de asfalto. Essa técnica pode ser obtida com materiais pré-fabricados (mantas) ou moldados '*in loco*', a quente ou a frio.

Nakamura (2014) analisa que, com características flexíveis, os sistemas de impermeabilização asfálticos são indicados para diferentes aplicações.

Segundo o autor, por serem moldadas *in loco*, as membranas aplicadas a frio são utilizadas na impermeabilização de áreas como pequenas lajes horizontais ou abobadadas, banheiros, cozinhas, áreas de serviço, terraços, sacadas etc. As membranas moldadas a quente são indicadas para a impermeabilização de áreas como muro de arrimo, cozinhas, áreas de serviço, lajes externas, piscinas etc.

Para Pousa (2014), as mantas correspondem a uma das soluções mais comuns para impermeabilização de áreas com grandes dimensões e solicitações estruturais ou de trânsito. O produto atende desde solicitações de obras simples até as mais complexas com razoável velocidade de trabalho.

2.2.2.1 Manta asfáltica

A manta asfáltica configura um dos materiais mais utilizados em impermeabilizações. Conforme descreve Ferreira (2013), trata-se de um sistema flexível pré-fabricado, formado por um elemento estruturante central (filamentos de poliéster ou véu de fibra de vidro, que conferem ao produto grande resistência mecânica) recoberto em ambas as faces por um composto asfáltico.

A escolha pelo uso da manta asfáltica será baseada basicamente pelo tipo de utilização da edificação e as suas dimensões. Venturini (2014) explica que numa área maior, o produto será aplicado com mais facilidade, haverá menos emendas e, conseqüentemente, maior produtividade e durabilidade.

Ainda no que se refere a aplicação, Tamaki (2010) lembra que mantas em geral são mais fáceis de aplicar, geram menos sujeira, e as sobras podem ser aproveitadas em outra obra, na primeira camada ou sobre camada já existente. A Figura 1 ilustra uma laje com aplicação de impermeabilização com manta asfáltica.



Figura 1 – Impermeabilização com manta asfáltica.
Fonte: Autoria própria.

O mercado dispõe de diversos tipos de manta asfálticas, que variam em espessura, resistência à tração e ao impacto, entre outros. Pousa (2013) indica que o tipo de manta mais adequado deve ser determinado conforme orientações do projeto de impermeabilização. A escolha depende de uma série de fatores,

tais como a dimensão da área a ser impermeabilizada, o tipo de estrutura da edificação, a capacidade de absorção do substrato e a vida útil desejada para o sistema.

As mantas também podem ter acabamentos diferentes que, segundo Giribola (2014), variam segundo o tipo de aplicação (maçarico ou asfalto quente) e a exposição ao sol e à chuva. Os revestimentos podem ser em polietileno, areia, alumínio, geotêxtil, ardosiado ou antirraiz. Além disso, diferenciam-se com relação ao asfalto usado na fabricação, que pode ser elastomérico, conferindo mais elasticidade à manta, ou plastomérico, que apresenta boa resistência mecânica, térmica e química.

Segundo Venturini (2014), as mantas asfálticas suportam grandes movimentações, porém exigem uma mão de obra especializada e, por suas características e o tipo de fornecimento (em bobinas grandes), são mais eficientes em áreas maiores.

Apesar de seu uso consagrado, Pousa (2013) alerta que a ocorrência de infiltrações e patologias não é rara e está ligada diretamente à execução incorreta. Aplicação sobre superfície sem a preparação adequada, umidade no substrato, execução e alturas de arremates inadequados são alguns dos problemas que comprometem o correto desempenho da solução.

Ischakewitsch (2011) acredita que a manta asfáltica seguirá por muito tempo liderando o ranking dos sistemas de impermeabilização no mundo, por se tratar da evolução do centenário sistema de membranas impermeáveis construídas com multicamadas de feltros, lãs de vidro e outros estruturantes, principalmente devido às suas resistências mecânicas que desafiam as agressões a que estão sujeitas as impermeabilizações em obra.

2.2.2.2 Membrana asfáltica

Arantes (2007) conceitua como sendo um sistema constituído da aplicação de várias demãos de asfalto polimérico em emulsão ou solução. Trata-se de um sistema contínuo, sem emendas.

De acordo com Moraes (2002), o sistema flexível por membrana se caracteriza pela aplicação de produtos de impermeabilização flexíveis, diferindo das argamassas, que são consideradas sistemas rígidos.

Ainda segundo o autor, esse sistema impermeabilizante proporciona impermeabilizações seguras e de baixo custo, podendo ser executadas facilmente pelo próprio pessoal da obra. A técnica empregada é simples e não requer ferramentas especiais.

A norma de execução de impermeabilização, a NBR 9574, recomenda que o substrato que irá receber a membrana asfáltica se encontre firme, coeso, seco, regular, limpo, isento de corpos estranhos, restos de fôrmas, pontas de ferragem, restos de produtos desmoldantes ou impregnantes, falhas e ninhos; com declividade nas áreas horizontais de no mínimo 1% em direção aos coletores de água.

Segundo Ferreira (2013), os sistemas moldados *in loco*, nos quais se enquadra a membrana asfáltica, são indicados para espaços menores ou de acesso mais difícil, como áreas molháveis e pequenas lajes, onde o uso de mantas asfálticas é contraindicado.

2.2.3 Poliméricos

Consiste em um método de impermeabilização cujo material constituinte principal da sua camada impermeável consiste em um polímero. Os principais exemplos desse sistema são os pré-fabricados, como manta de PVC, e os moldados *'in loco'*, tais como membrana acrílica e membrana de poliureia.

Nakamura (2014) considera os sistemas poliméricos eficientes para impermeabilização de áreas muito recortadas e estreitas, como jardineiras ou canaletas de drenagem. As mantas poliméricas, por suas características e o tipo de fornecimento (em bobinas grandes), também são amplamente indicadas para uso em áreas extensas.

O autor lembra ainda que, diferente das mantas, cujos erros de aplicação acontecem quase que exclusivamente nas emendas ou nos cortes malfeitos, as membranas exigem rígido controle da espessura e, conseqüentemente, da quantidade de produto aplicado por metro quadrado.

Nakamura (2014) menciona que para lajes de cobertura de edificações, a procura por mantas, como a de TPO (termoplástica de poliolefina) e PVC (cloreto de polivinila), vem aumentando em função das certificações para edifícios sustentáveis. Isso porque há produtos disponíveis na cor branca capazes de refletir os raios solares, ajudando a diminuir a temperatura no interior da edificação e no seu entorno.

2.2.3.1 Manta de PVC

Dentre as mantas pré-fabricadas à base de materiais sintéticos, as de PVC (Cloreto de Polivinila) são as que mais se sobressaem. Conforme descrito por Ferreira (2013), as mantas de PVC são feitas de ligas elásticas e flexíveis, adaptam-se com facilidade a locais sujeitos a movimentações e vibrações. Também são resistentes aos raios ultravioleta e a ataques químicos, dependendo de sua formulação.

De acordo com Carvalho (2014), as mantas geomembranas de PVC ainda são pouco usadas no Brasil em comparação a países da Europa, América do Norte, Oceania e Ásia. As aplicações mais comuns são em lajes expostas, tanques de resíduos industriais, lagoas para piscicultura, reservatórios de água potável ou reuso, piscina, pisos de subsolo e túneis.

As etapas de aplicação envolvem o preparo da superfície, a impermeabilização em si e sua respectiva proteção. O autor citado acima afirma que os pontos de mais atenção estão nas emendas, que devem ser realizadas com equipamentos apropriados de termofusão, garantindo uniformidade e qualidade à solda.

A NBR 9574 (2008), que define parâmetros para a execução de impermeabilizações, exige que as sobreposições de mantas de PVC deverão ser de no mínimo 10 cm, executando o selamento das emendas através de soldagem química ou termofusão com sobreposição de 5 cm.

Carvalho (2014) alerta que entre os maiores problemas na utilização deste sistema estão a falta de especialização e de treinamento adequado dos aplicadores, o uso inadequado das ferramentas e acessórios para as mantas de

PVC, e a falta de preparo da área a ser impermeabilizada. Sem estes cuidados, o autor acredita que o serviço estará fadado ao fracasso.

2.2.3.2 Membrana acrílica

Conforme descreve Venturini (2014), as membranas acrílicas moldadas *in loco* são indicadas para superfícies expostas não transitáveis. É recomendado que sejam usadas em superfícies mais inclinadas (2% ou mais), evitando assim o acúmulo de água sobre a superfície, o que poderia danificar o sistema.

Porém, como a impermeabilização acrílica é feita a partir de uma emulsão, Tamaki (2010) alerta que ela requer mão de obra bem qualificada para preparar a superfície e garantir a espessura adequada da camada aplicada, requerendo mais de uma demão.

2.2.3.3 Mantas EPDM

São mantas compostas por etileno, propileno, dieno monômero. De acordo com Moraes (2002), trata-se de uma manta pré-vulcanizada, utilizada para impermeabilizações em geral. Esse sistema é indicado para lajes sujeitas a movimentações térmicas, fissuras estáticas ou dinâmicas e pré-moldados.

Segundo o autor, a aplicação é simples, totalmente a frio, sem perigo de fogo, ao inverso dos sistemas asfálticos clássicos.

2.2.3.4 Membrana de poliureia

Caracterizada como um sistema flexível desenvolvido para grandes lajes, a poliureia é uma das tendências para o mercado de impermeabilização. Como descreve Venturini (2014), a poliureia é um produto originalmente líquido, aplicado com rolos ou *sprays airless*, que apresenta cura completa em poucas horas. Essa característica o torna indicado para situações em que a liberação rápida do espaço é um fator crítico. Alguns produtos disponíveis no mercado apresentam alta resistência à abrasão, podendo ser usados em espaços que

abrigam estacionamentos, por exemplo, sem a necessidade de proteção mecânica.

Ischakewitsch (2011) configura a poliureia como sendo capaz de provocar uma grande mudança na impermeabilização de edificações devido a sua grande resistência, maior rapidez na aplicação, secagem ultrarrápida e uma maior vida útil. Ainda segundo o autor, a poliureia é um material que pode ser alongado até a sua ruptura em até 600%, contando ainda com resistência a abrasão maior do que o aço, dependendo da sua formulação.

Martins (2013-b) relata que, para obedecer ao prazo de entrega, a impermeabilização do estádio do Maracanã foi feita com revestimento em poliureia. O uso da poliureia se deu por ser um material leve, de alto rendimento e rápida secagem (50 segundos). O produto não necessita de proteção mecânica sobre o material (ou seja, recobrir a impermeabilização com argamassa ou concreto), o que aliviou a estrutura do suporte de milhares de toneladas.

Porém, Cichinelli (2013) lembra que sistemas mais novos têm custos mais elevados. A poliureia envolve uma logística de aplicação bem particular. O custo é muito elevado – o autor cita que o mesmo chega a quase 1.000% mais caro que os tradicionais - e envolve uso de equipamentos específicos e mão de obra altamente especializada.

2.2.3.5 Manta termoplástica de poliolefina

Segundo Ferreira (2014), a manta termoplástica de poliolefina (TPO) é uma membrana flexível indicada principalmente para impermeabilização de coberturas de prédios comerciais, fábricas, shoppings, galpões, entre outros. É fabricada em duas camadas, por extrusão, com reforço de malha de poliéster entre as camadas, e tem grande resistência a rasgos, perfurações, bactérias, raios solares e ações climáticas.

Segundo o autor, as maiores vantagens são a alta produtividade e a agilidade na execução, sendo possível instalar de oito a 12 rolos por dia. Além disso, a tecnologia pode dispensar a execução de camada de regularização e pode ser aplicada diretamente sobre o material da cobertura.

Por se tratar de um material relativamente novo no Brasil, a manta TPO ainda não possui uma norma brasileira que regulamenta seu uso. Empresas que utilizam esse material, utilizam como referência publicações da ASTM (American Society for Testing and Materials).

2.3 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

A escolha do material correto para a impermeabilização de coberturas depende de vários fatores. Nakamura (2014) menciona alguns deles, como a movimentação estrutural, exposição aos fenômenos climáticos, existência ou não de trânsito de veículos e pessoas, exposição a agentes químicos.

Um dos erros recorrentes em serviços de impermeabilização é utilizar sistemas inadequados para a área de aplicação. Cada sistema possui características que definem o local mais adequado. Como analisado por Martins (2013-c), existe produto que não pode ser aplicado em áreas úmidas, assim como outros são indicados para estruturas que não tenham muita movimentação, para não romper a membrana.

A seleção do tipo de impermeabilização constitui numa etapa que, preferencialmente, deve preceder a elaboração do projeto. Melhado e Souza (1997) acreditam que a seleção constitui-se em uma das etapas iniciais para a elaboração de um projeto de impermeabilização de maneira a se identificar os sistemas de impermeabilização que melhor se adaptam a cada caso.

Para Pousa (2013), o projetista deve analisar os projetos de arquitetura, instalações, fôrmas, paisagismo e ar-condicionado, entre outros, o que pode evitar posteriores interferências nos projetos da obra.

Melhado e Souza (1997) consideram que o número de sistemas possíveis de serem utilizados para a impermeabilização dos pisos do pavimento tipo dos edifícios é relativamente grande, o que acaba por trazer dificuldades quanto aos critérios empregados para a sua escolha. Por esse motivo, os autores elencaram alguns parâmetros que devem ser verificados na hora de se fazer a seleção, descritos no Quadro 1.

PARÂMETROS	
a. Características do empreendimento	• Padrão do produto

	<ul style="list-style-type: none"> • Risco admitido pelo construtor
b. Características da laje	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de laje • Deformabilidade da laje • Método construtivo da laje
c. Características do ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitação em relação à água • Dimensões e formato
d. Inter-relação com os demais subsistemas e elementos do edifício	<ul style="list-style-type: none"> • Características dos revestimentos de piso especificados • Tipo e características das vedações verticais
e. Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidade de execução • Produtividade • Método construtivo do sistema de impermeabilização
f. Características do sistema de impermeabilização	<ul style="list-style-type: none"> • Garantia fornecida pelo fabricante • Durabilidade esperada do sistema • Custo global • Espessura total do sistema de impermeabilização • Número de camadas
g. Características de mercado	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade de fabricantes

Quadro 1 – Parâmetros a serem considerados na seleção

Fonte: Souza; Melhado. (1997).

2.4 PROJETOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A etapa de impermeabilização requer muitos cuidados, devendo ser tratada como um serviço especializado. Silva et al (2003, p. 3) justifica essa afirmação ao afirmar que “trata-se de uma atividade que exige uma razoável experiência, em que detalhes são importantes e uma mínima falha localizada pode comprometer todo o serviço”. O autor ainda analisa que a rápida evolução dos materiais e sistemas propicia o surgimento de projetistas especializados.

A importância da elaboração de um projeto de impermeabilização é advertida por Pousa (2013), que afirma ser fundamental para reduzir os riscos de patologias, já que o projetista pode prever os detalhes que mais ocasionam problemas e controlar melhor a execução.

Lwart Impermeabilização (2014) alerta que todo e qualquer equipamento a ser instalado sobre a área impermeabilizada, tanto os que serão entregues instalados na conclusão da obra, quanto os que vierem a ser necessários futuramente, devem ser previstos na etapa de projeto. Essa medida pretende evitar que um técnico, no pós-obra, venha a utilizar uma furadeira em uma eventual instalação e danifique o sistema impermeabilizante. No caso das

tubulações, estas devem ser previstas e executadas antes do processo de impermeabilização, como ilustrado nas Figuras 2 e 3.



Figura 2 – Tubulação de ar-condicionado
Fonte: Autorial própria.



Figura 3 – Tubulações hidrossanitárias
Fonte: Autorial própria.

De acordo com Martins (2013-d), projetos de impermeabilização reúnem informações gráficas e escritas que definem as características dos sistemas usados, cuja finalidade é orientar engenheiros e aplicadores sobre a execução.

Para que o projeto seja completo e de fácil entendimento, Vedacit (2012) recomenda que seja constituído por um memorial descritivo e justificativo,

desenhos e detalhes específicos, além das especificações dos materiais e dos serviços a serem empregados e realizados.

A NBR 9575 (2010, p. 10), Impermeabilização – Seleção e projeto, menciona que “o projeto deve ser desenvolvido em conjunto e compatibilizado com os demais projetos de construção, tais como arquitetura (projeto básico e executivo), estrutural, hidráulico-sanitário, águas pluviais, gás, elétrico, revestimento, paisagismo e outros, de modo a serem previstas as correspondentes especificações em termos de tipologia, dimensões, cargas, ensaios e detalhes construtivos”.

Para que o objetivo da elaboração do projeto se cumpra, Bernhoeft e Melhado (2010, p. 3) aconselham que o especialista deve trabalhar “em conjunto e em paralelo com as demais disciplinas de uma equipe, não possuindo um relacionamento de independência nem mesmo de dependência dos demais, mas de interdependência entre cada um deles”. Com isso, espera-se que se desenvolva a capacidade de compatibilização.

Os autores ainda apontam as consequências da não compatibilização em tempo adequado entre os projetos, que podem trazer danos estéticos/funcionais, prejuízos financeiros com ajustes e refazimentos, além de manutenção precoce diretamente ligada a diminuição da vida útil de projeto.

É preciso, porém entender que assim como os demais projetos, o de impermeabilização não é um simples produto, uma planta, mas um serviço prestado, que no resultado final, nem sempre o que a de mais importante nesta contratação, está detalhado nas pranchas entregues, nos referimos a todo o estudo de compatibilidade e interação com as demais disciplinas, única maneira (o primeiro passo) de vislumbrarmos o sucesso na aplicação de um sistema impermeabilizante (BERNHOEFT; MELHADO, 2010, p. 12).

Nakamura (2014) corrobora esse raciocínio afirmando que o projeto de impermeabilização ajuda a evitar falhas de especificação e possibilita a escolha da técnica mais adequada para cada parte da edificação, considerando o desempenho necessário e a melhor relação custo-benefício. A elaboração do projeto pode, inclusive, gerar economia para o construtor, pois permite resolver problemas de compatibilidade com os demais sistemas e elementos construtivos antecipadamente, evitando atrasos e retrabalhos.

A NBR 9575 (2010) caracteriza o projeto de impermeabilização como sendo constituído de dois projetos que se complementam: projeto básico e projeto executivo.

2.4.1 Projeto Básico

De acordo com Bernhoeft e Melhado (2010), o projeto básico de impermeabilização se resume na determinação das áreas que serão impermeabilizadas, especificação dos sistemas utilizados, assim como detalhamentos gerais.

Além dos citados, a NBR 9575 (2010) menciona que estejam contidos ainda a indicação das interferências existentes, o levantamento quantitativo de materiais e a estimativa de custos.

A NBR 13532 (1995), Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura, considera como sendo cargo do arquiteto a elaboração do projeto de impermeabilização. Porém, na versão em vigor da NBR 9575 (2010), não há qualquer menção ao profissional responsável.

O que de fato deve acontecer é que, independente do título dado ao especialista que irá idealizar o projeto de impermeabilização, o mesmo deve ser pensado o quanto antes. Vale lembrar que os projetistas desenvolvem seus projetos complementares a partir do projeto inicial, que é o arquitetônico. Nesse contexto, Bernhoeft e Melhado (2010) concluem que quando os mesmos recebem as plantas arquitetônicas já com as indicações de impermeabilizações podem, assim, prever interferências importantes que, quanto antes pensadas, maior a probabilidade de sucesso em suas soluções.

2.4.2 Projeto Executivo

Definido, de acordo com a NBR 9575 (2010), como um 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, é um projeto especializado e deve ser feito concomitantemente aos demais projetos executivos.

Bernhoeft e Melhado (2010) consideram que o projeto executivo aprofunda ainda mais os sistemas de impermeabilização com detalhes específicos e especificação dos procedimentos executivos. Também há o incremento da crítica e compatibilização aos demais projetos interferentes tais como estrutural, instalações hidráulicas, elétricas dentre outros.

De acordo com os mesmos autores, Bernhoeft e Melhado (2010, p. 4), “executar devidamente um projeto de impermeabilização é um procedimento de responsabilidade, que viabiliza a execução e controle da impermeabilização e por consequência bom desempenho dos sistemas de impermeabilização aplicados”.

2.5 DESEMPENHO

Quando a fase de impermeabilização é omitida, o desempenho do empreendimento fica comprometido. Como exemplifica Tamaki (2010), as armaduras com baixo cobrimento de concreto, onde seria necessário algum sistema de impermeabilização, podem entrar em contato com a água e, ao sofrer corrosão, expandir e estourar elementos estruturais. Também podem ocorrer manchas nas paredes, destacamento do piso, formação de limo e bolores, entre outras patologias.

Porém, quando a impermeabilização é realizada, mas sem os devidos cuidados, as consequências podem ser significativas. Silva et al (2003) menciona problemas como infiltração de água, seguida de várias patologias como a corrosão de armaduras, eflorescência, degradação do concreto e argamassa, empolamento, bolhas nas tintas e curtos circuitos, o que gera altos custos de manutenção e recuperação.

Conforme sua experiência prática na construção civil no Brasil, Moraes (2002) analisa que um sistema de impermeabilização com duração de 20 anos, já é considerado de notável longevidade.

Rocha (2011) relata um ponto crítico que por vezes é desprezado, que é o esquecimento das alturas que todo um sistema de impermeabilização utiliza num terraço de cobertura. Como consequência desse descuido, a diferença de

altura entre o ambiente externo e o interno pode 'jogar' água para o lado interno da edificação.

Para Silva et al (2003, p. 5), a “maior parte dos problemas de impermeabilização se dá nas bordas, encontros com ralos, juntas, mudanças de planos e passagem de dutos”.

Segundo o mesmo autor, no Brasil existe uma boa tecnologia de impermeabilização, bons materiais, bons aplicadores. Silva et al (2003, p. 3) ainda afirma que, “as reclamações dão-se mais em função do despreparo dos engenheiros que não estão sabendo escolher os bons serviços e os bons profissionais. Além disso, existem também os maus aplicadores com bons materiais, os aplicadores com materiais indevidos e toda uma gama de situações infelizes que contribuem para o insucesso”.

Para ter um bom desempenho do sistema, Cichinelli (2012) recomenda ter um adequado controle dos serviços, verificando os materiais de acordo com as especificações, consumo e procedimento de aplicação adequados e observando a validade dos materiais em aplicação. O autor ainda lembra que as recomendações de fábrica devem ser seguidas rigorosamente.

Além disso, é imprescindível que as especificações, às quais o material está submetido através das normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sejam levadas em consideração. Essas normativas determinam, entre outros requisitos, o caimento mínimo, alturas de arremates verticais e dimensão mínima dos drenos.

O desempenho de cada material nem sempre vem especificado no catálogo dos fornecedores. Por isso, Rocha (2011) considera que o ideal é que cada material seja avaliado por meio de ensaios, verificando-se características do material como o alongamento, resistência à tração e aderência, entre outras.

Para preservar o desempenho do sistema, Rocha (2011) aconselha ter uma rotina de manutenção, que consiste em manter os ralos limpos e desobstruídos, não instalar nenhum equipamento ou elemento que possa perfurar a impermeabilização e não utilizar substâncias agressivas para lavagens periódicas das áreas, como ácidos.

Rocha (2011) conclui que, com um projeto bem elaborado, um construtor preparado, boa qualidade dos materiais e um controle tecnológico eficiente,

exercido ou pelo construtor ou por um terceiro, a qualidade da impermeabilização fica assegurada.

2.5.1 Patologias

As patologias relacionadas a impermeabilização são as mais diversas. Esses vícios podem ser decorrentes tanto da falta, da má-execução ou da degradação da impermeabilização.

Bértolo (2001) descreve, como sendo resultado da ausência ou deterioração de uma camada impermeabilizante, problemas como corrosão das armaduras, a carbonatação do concreto, as eflorescências, a degradação da argamassa, pintura e revestimentos, o bolor e as fissuras.

Já quando a impermeabilização é executada de forma incorreta, pode-se destacar, como sendo a principal patologia, o surgimento de trincas. Cichinelli (2012) atribui tal feito, sobretudo, à movimentação da estrutura, o que pode causar o destacamento do revestimento. O autor ainda considera que problemas de destacamento também podem ser causados pela falta de chapisco ou espessura em demasia e sem a colocação da tela estruturante ou, ainda, em virtude do uso de traços inadequados, tanto na proporção dos materiais, quanto na sua composição, usando pouco cimento, areia com impurezas ou granulometria inadequada.

Bértolo (2001, p. 2) avalia que mesmo uma impermeabilização bem executada pode ser prejudicada por falhas de concretagem, má-execução do revestimento ou chumbamento inadequado de peças e equipamentos. Nesses casos, o autor afirma que “não há outra solução a não ser procurar orientação adequada e, se necessário, reimpermeabilizar a área de forma correta”.

2.6 INSTALAÇÃO E EXECUÇÃO

Os procedimentos de instalação e execução da impermeabilização irão variar de acordo com o sistema escolhido. Nessa etapa é preciso ser cauteloso, respeitar o que é exigido por normas e seguir o que é indicado pelos fabricantes dos materiais.

2.6.1 Aplicação da Manta Asfáltica

O sistema que utiliza a manta asfáltica como componente principal, necessita de outros elementos para que sua função impermeabilizante seja plena. Tais camadas estão elencadas na Figura 4.

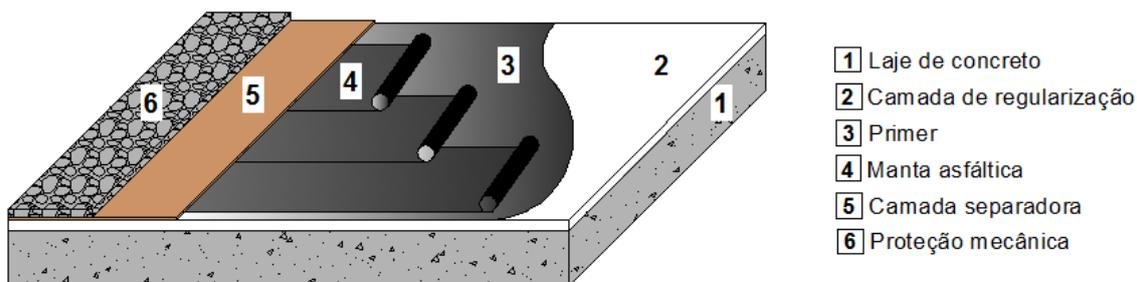


Figura 4 – Detalhe da aplicação da manta asfáltica
 Fonte: Adaptado de Corsini (2011).

2.6.1.1 Preparação da base

Segundo Cichinelli (2014, p. 79), o “preparo correto do substrato que receberá o sistema corresponde a mais de 60% do sucesso da impermeabilização”.

Os preparativos para aplicação da manta asfáltica iniciam-se com a preparação da superfície. Giribola (2014, p. 89) lembra que deve ser executada a regularização do contrapiso, o que “elimina irregularidades da superfície e dá caimento aos ralos, além de fazer a transição entre o plano horizontal (laje) e vertical (parede), arredondando cantos internos e externos para evitar que a manta seja dobrada”. Tal procedimento pode ser observado na Figura 5.



Figura 5 – Arredondamento de cantos internos.
Fonte: Aatoria própria.

De acordo com Corsini (2011), na região dos ralos deve ser feito o rebaixo de 1 cm com bordas chanfradas. Para os beirais, muretas e paredes laterais, os emboços devem estar perfeitamente aderidos e deve ser previsto espaço para embutimento da manta, tal qual mostra Figura 6. O resultado deve ser uma superfície seca, firme, sem trincas ou saliências e bordas que possam danificar a manta.



Figura 6 – Embutimento da manta no emboço da parede lateral.
Fonte: Aatoria própria.

Picchi (1986) indica que, sempre que possível, deve ser evitado o uso da camada de regularização, cabendo à estrutura portante atender aos requisitos de caimento, além de ter os cantos arredondados.

2.6.1.2 Aplicação do primer

O primeiro passo consiste na aplicação do produto de imprimação, ou primer. Segundo Silva et al (2003), a tinta primária deve ser aplicada sobre o substrato a frio, em temperatura ambiente, através de pincel ou rolo.

O primer tem a função de servir de ligação entre a manta e a superfície. Giribola (2014) alerta para se ter cuidado quanto à uniformidade de aplicação, obedecendo ao consumo indicado pelo fabricante da manta. O autor ainda cita que, para a aplicação do primer, normalmente são utilizados asfaltos em solução, o que exige que a regularização esteja seca.

2.6.1.3 Desenrolar a manta

De acordo com Giribola (2014), ao desenrolar a manta, é importante garantir que toda a superfície entre em contato com a base e que não ocorra a formação de bolhas de ar, o que poderia causar furos e, conseqüentemente, vazamentos. Além disso, as mantas devem ser sobrepostas de acordo com a indicação do fabricante - geralmente 10 cm - para que haja aderência entre as camadas e garantia da estanqueidade.

2.6.1.4 Impermeabilização

De acordo com Silva et al (2003), para a manta aderir ao substrato durante a aplicação, a mesma deverá ser desenrolada ao mesmo tempo em que é aquecida pelo ar quente emanado do maçarico e comprimida sobre a superfície previamente pintada. As Figuras 7 e 8 exemplificam o procedimento citado acima.



Figura 7 – Aquecimento da manta asfáltica
Fonte: Autoria própria.



Figura 8 – Compressão da manta contra a parede para fixação.
Fonte: Autoria própria.

Para a sobreposição da segunda manta, Corsini (2011) indica que deve-se desenrolar a bobina paralelamente à primeira. O autor ainda recomenda deixar 10 cm de sobreposição, além de começar a aplicar a manta indo no sentido dos ralos para as cotas mais elevadas.

Para que a manta não seja danificada, Silva et al (2003) adverte que deve-se conscientizar o aplicador de que o maçarico (usado na fusão das mantas) não pode ficar muito próximo a manta por muito tempo em um mesmo ponto, sob pena de romper o véu estrutural localizado dentro da manta.

Giribola (2014) lembra que a impermeabilização da laje deve ser aplicada também nos rodapés. No caso da aplicação da manta asfáltica, devem ser seguidos os detalhes especificados no projeto quanto ao raio de arredondamento, a altura de aplicação, a sobreposição e a execução das emendas. Em geral, aplica-se uma faixa de manta no rodapé, que, por sua vez, é aplicada sobre a manta da superfície horizontal.

A NBR 9574 (2008), Execução de impermeabilizações, lembra que os coletores devem ter diâmetro que garanta a manutenção da seção nominal dos tubos prevista no projeto hidráulico após a execução da impermeabilização, sendo o diâmetro nominal mínimo 75 mm.

Para obter um acabamento adequado, Corsini (2011) indica fazer o biselamento com uma colher de pedreiro aquecida ou 'dar um banho' de cimento asfáltico a quente ao longo da sobreposição das mantas.

2.6.1.5 Camada de separação

Para Giribola (2014), em áreas em que a proteção mecânica sofre deformações térmicas, como nos casos de impermeabilização de coberturas e áreas externas, é preciso aplicar uma camada de separação, que ajuda a reduzir a sollicitação e o desgaste do material.

A camada de separação, de acordo com Picchi (1986), é utilizada entre a impermeabilização e seu suporte, para obtenção do sistema independente ou semi-independente, ou entre a impermeabilização e a proteção mecânica, para evitar danos devidos a movimentos diferentes.

Giribola (2014) aponta que outra vantagem do uso da camada de separação, que pode ser executada com filme de polietileno ou papel Kraft, é a de permitir a retirada da proteção mecânica sem que ocorra danos a manta.

Conforme analisado por Lwart Impermeabilização (2014), além de aumentar a vida útil do sistema de impermeabilização, a camada separadora facilita a manutenção do piso, pois quando for necessário realizar a quebra do contrapiso, o impermeabilizante não será afetado. Entre os materiais mais utilizados para comporem a camada de separação estão o filme de polietileno, papel Kraft betumado e o geotêxtil (poliéster de não-tecido).

2.6.1.6 Isolamento térmico

Em uma edificação, o elemento mais solicitado termicamente é a cobertura. Deve-se, assim, fazer uma análise para prever a necessidade da execução do isolamento térmico. À vista disso, Picchi (1986), alerta que a movimentação térmica excessiva da estrutura portante pode trazer, além de outros problemas, o comprometimento da impermeabilidade da cobertura

De acordo com o autor, os materiais utilizados como isolantes térmicos apresentam, via de regra, baixa densidade aparente e possuem em sua estrutura células ou camadas que mantem o ar aprisionado

2.6.1.7 Camada de proteção mecânica

Em locais onde exista a possibilidade de agressão mecânica, a NBR 9574 (2008) estabelece que, sobre a camada separadora e/ou drenante, deve ser prevista uma proteção mecânica, sendo ela armada ou não. Quando a proteção mecânica consistir em colocação de pisos, a norma citada indica a execução de juntas de retração e trabalho térmico preenchidas com materiais deformáveis, incluindo em encontro de diferentes planos.

Segundo Giribola (2014), as características da camada de proteção mecânica - como material empregado, espessura, dimensões máximas dos panos e existência ou não de armaduras - depende das condições de exposição às quais a impermeabilização estará sujeita, como tipo de tráfego e revestimento final do piso.

Picchi (1986) menciona que a proteção mecânica do tipo rígida é constituída por um piso final, podendo ser composta de argamassa simples, argamassa ou concreto armado ou pisos nobres. Já a proteção mecânica do tipo material solto consiste na colocação sobre a cobertura de materiais granulares soltos (brita, argila expandida, dolomita, etc.). Há, ainda, a proteção mecânica do tipo sombreamento, constituída de placas apoiadas sobre pilaretes, de forma a obter-se um colchão de ar sobre as placas e a cobertura.

2.6.1.8 Teste de estanqueidade

De acordo com a NBR 9574 (2008, p. 10), após a execução da impermeabilização, “recomenda-se ser efetuado teste de estanqueidade com água limpa, com duração mínima de 72 horas para verificação de falhas na execução do tipo de impermeabilização utilizado”. A altura da lâmina d’água deverá ser de, no mínimo, 10 cm.

Silva et al (2003) reforça o mencionado pela norma, afirmando que, decorrido as 72 horas, é necessário proceder à análise visual da superfície inferior da laje, para verificar a possibilidade de vazamentos. Além disso, a mesma operação deve ser feita na superfície da manta, onde é necessário verificar a existência de bolhas com água entre a manta e o substrato. Na Figura 9 é possível verificar o teste de estanqueidade em uma laje.



Figura 9 – Teste de estanqueidade
Fonte: Profissional 1 (2007).

3 METODOLOGIA

Para efeito de classificação, pode-se dizer que este trabalho se trata de uma pesquisa exploratória, pois tem como finalidade o aperfeiçoamento de ideias, possibilitando uma maior familiaridade com o conteúdo.

No que se refere ao procedimento técnico utilizado no desenvolvimento da pesquisa, pode-se classificar este trabalho como um estudo de caso. De acordo com Gil (1991), esse delineamento da pesquisa é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de forma a permitir conhecimento amplo e específico do mesmo.

Este trabalho foi desenvolvido a partir da revisão de literatura, realizada em livros, boletins técnicos, artigos, sites, consulta de periódicos, dissertações e teses referentes ao tema proposto.

A pesquisa está fundamentada nas normas técnicas que regulamentam a aplicação dos sistemas impermeabilizantes, destacando-se as NBR 9574 (2008), “Execução de Impermeabilização”, e a NBR 9575 (2010), “Impermeabilização, Seleção e Projeto”.

Foram pesquisados os principais materiais impermeabilizantes disponíveis no mercado, a forma de aplicação e os cuidados indispensáveis que devem ser adotados. Ademais, foram investigados o uso dos mesmos em lajes, observando quais as patologias eram mais apontadas e como era possível obter um desempenho considerável.

Após a revisão bibliográfica, foram realizadas entrevistas com profissionais que atuam no ramo de impermeabilizações, envolvendo projetistas e aplicadores, além de usuários finais.

Os questionamentos (Apêndice A e B) foram feitos no sentido de extrair informações da prática da aplicação dos sistemas de impermeabilização, observando as vantagens e dificuldades dos mesmos.

Além disso, foram realizadas indagações quanto ao desempenho projetado e o atingido dos sistemas de impermeabilização adotados em obras já executadas no município de Pato Branco-PR. Foram selecionados ao todos, 5 profissionais e 6 proprietários, a partir do conhecimento e disponibilidade dos mesmos em fazer parte do estudo.

Depois de analisadas todas as informações levantadas durante o período de estudo, foi realizada a triagem e organização dos dados, para então apresentá-las num contexto lógico e conclusivo.

4 ESTUDO DE CASO – LAJES IMPERMEABILIZADAS

Apresentam-se nesse capítulo, os depoimentos colhidos junto aos profissionais e proprietários que, estejam de alguma forma, envolvidos com o processo de impermeabilização de coberturas.

4.1 DEPOIMENTOS DOS PROPRIETÁRIOS

4.1.1 Proprietário 1



Figura 10 – Imóvel do Proprietário 1
Fonte: Autoria própria.

O Proprietário 1 possui uma edificação residencial de dois pavimentos conforme a Figura 10, finalizada em meados de 2008. Trata-se de uma construção com cobertura em laje plana, com preceitos modernistas, ou seja, constituída por uma arquitetura funcionalista, com uma fachada limpa e sem ornamentos.

De acordo com o relato do proprietário, a decisão de utilizar uma cobertura com laje impermeabilizada aconteceu em conjunto com o arquiteto contratado (Profissional 1). A escolha ganhou magnitude devido a anseios estéticos requeridos pelo cliente e pela questão de custo que, segundo o Proprietário 1, indicava o procedimento em estudo como sendo mais econômico.

Sobre o tipo de impermeabilização utilizada, o Proprietário 1 descreve que “se consistiu na utilização de 4 elementos, sendo eles a manta asfáltica, isopor, *bidim* e brita”. O ‘*bidim*’, comentado pelo Proprietário 1, trata-se de uma manta geotextil desenvolvida para atender diferentes condições de aplicação, com fibras de alta tenacidade, tanto em poliéster (PET) como em polipropileno (PP), comumente utilizada em processos de impermeabilização.

Assim como nas demais atividades, a construtora contratada foi a responsável pela contratação do serviço de impermeabilização da laje. Por essa atribuição dos serviços à uma empresa, o Proprietário 1 não soube dizer se havia um projeto de impermeabilização específico, nem se foram feitos testes de estanqueidade.

Quanto a percepção de patologias associadas ao serviço de impermeabilização, foram relatados dois problemas pelo usuário. O Proprietário 1 mencionou que “houve um vazamento decorrente do ressecamento da manta, que após identificado a origem, foi feito o reparo da mesma”. Depois de um certo tempo observou-se outro vazamento, mas este ainda não foi detectada a causa.

No que se refere ao grau de satisfação com o sistema de cobertura utilizado, o Proprietário 1 o avaliou em 85%. “Estou satisfeito e tranquilo, exceto os dois casos de infiltração, o restante está funcionando bem”.

Quando perguntado se indicaria a utilização da laje impermeabilizada, o Proprietário 1 concluiu que “indicar, até indicaria, mas não sei se eu faria novamente”. O mesmo relatou que, após um tempo da finalização da obra, construiu uma edícula, porém, até por uma necessidade de aquecimento solar, optou pelo uso de telhado.

4.1.2 Proprietário 2

O modelo de edificação do Proprietário 2, ilustrada na Figura 11, foi recomendação do arquiteto. Trata-se de um imóvel misto, ou seja, de uso comercial e residencial. Com 230 metros quadrados, distribuídos em 3 pavimentos, a obra teve a sua finalização entre 2006 e 2007.



Figura 11 – Imóvel do Proprietário 2
Fonte: Autoria própria.

Segundo relato do proprietário, “o projeto inicial possuía parte da cobertura em de aço zincado e parte impermeabilizada com manta, devido ao alto custo”. Uma vez que a edificação possui 8 anos, na época da sua construção não havia o material para impermeabilização no mercado local, tendo um custo maior para sua aquisição e transporte. Porém, durante o andamento da obra, optou-se por impermeabilizar toda a cobertura. “Quando concreta-se a última laje e você observa a vista para a cidade, não dá mais vontade de perder”.

Para decidir pelo uso do sistema em estudo, o entrevistado lembra que fez um comparativo de custos entre a cobertura com telhas e com laje impermeabilizada. Segundo o Proprietário 2, “foi orçado quanto gastaria com a mão de obra para confecção de tesouras, colocar rufo até embaixo do granito, manutenção, pintura, calha, entre outros”. A conclusão foi de que o sistema com manta asfáltica significava um acréscimo de 10% no orçamento da cobertura. “Resolvi dar uma enxugada nas outras partes e fiz tudo em manta”.

Quando questionado se houve projeto de impermeabilização, o Proprietário 2 afirmou que não, mas que o fabricante enviou algumas recomendações. Segundo relato do usuário, “o arquiteto encaminhou algumas fotos da obra em andamento e o projeto da residência para o fabricante, que deu um direcionamento. Veio uma orientação, dicas de instalação, mas não um projeto”.

O procedimento de impermeabilização executado na edificação do Proprietário 2 foi realizado pelo profissional responsável pela obra, que procedeu com os devidos testes de estanqueidade. O sistema de impermeabilização realizado é composto pela manta asfáltica, placas de isopor, *bidim* e pedra britada para acabamento. Uma das vantagens percebidas pelo usuário é que, em caso de manutenção, retira-se o volume de britas, que após o reparo é recolocado sem necessidade de substituição. Além disso, um acabamento com contrapiso exigiria sua quebra, dificultando a manutenção.

Quando indagado que questões sustentáveis estão associadas à sua escolha, o Proprietário 2 indicou o uso da brita, que é obtida na região. Além disso, não há uso de cimento para contrapiso, responsável por uma grande queima de energia.

No que se refere as percepções após a ocupação, o Proprietário 2 se diz completamente satisfeito com o sistema em estudo. “Passei a ter um espaço que não teria, é um diferencial”. O uso do terraço permite transferir para a cobertura da edificação uma metragem que por vezes não existe no terreno. Segundo o entrevistado, “é uma outra relação de uso da casa, de usuário com a casa e o ambiente”. Além de que a cobertura não conta como área construída na hora de pagar impostos.

O entrevistado analisa que a cobertura com laje impermeabilizada proporcionou novas possibilidades de uso. “Tenho um espaço para passar a noite, por cadeira, ver a lua, tomar sol com privacidade”. Além do que, o Proprietário 2 considera aprimorar o ambiente, futuramente, com painéis fotovoltaicos, decks de madeira removíveis e até uma horta elevada.

Outro ponto a ser observado foi que, como foram previstas tubulações para a instalação de aparelhos de ar-condicionado antes do processo de impermeabilização da laje, a implementação dos equipamentos posteriormente foi descomplicada. Vale lembrar que os profissionais devem analisar os interesses futuros dos clientes, uma vez que a manta não deve ser furada após instalada, gerando uma possível fonte de infiltração.

A satisfação se repete no que se refere a manutenção, já que não há riscos para o usuário subir na cobertura e observar possíveis pontos de infiltração. Além disso, a caixa d'água fica acessível para procedimentos de manutenção e limpeza.

O Proprietário 2 afirmou que não teve problemas com patologias. “Quando aparece uma situação, vou verificar. Não tive nenhuma complicação relacionada com a manta asfáltica”.

Para concluir, o usuário declarou que não hesitaria em indicar o procedimento em estudo para alguém, nem em construir novamente.

4.1.3 Proprietário 3

O Proprietário 3 finalizou em 2012/2013 a construção de uma edificação comercial e residencial de 9 andares, ilustrado na Figura 12. O usuário utilizou o sistema de cobertura em laje impermeabilizadas em dois locais: na cobertura da garagem e na laje do último andar.



Figura 12 – Imóvel do Proprietário 3
Fonte: Autoria própria.

A decisão pelo procedimento de impermeabilização da laje foi conjunta entre o proprietário e o profissional contratado (Profissional 1). A possibilidade de utilização da laje para outros fins além do usual da cobertura foi o principal

benefício observado pelo Proprietário 3. Outro fator levado em consideração foi a eliminação de calhas, que estão sujeitas a entupimento, causando transtornos.

O sistema de impermeabilização escolhido foi a aplicação da manta asfáltica para ambos os locais impermeabilizados. Para a proteção mecânica, na laje superior da garagem foi utilizada contrapiso e cerâmica, e para a cobertura utilizou-se brita. Por utilizar um sistema já usual na região, não julgou-se necessário a elaboração de um projeto específico de impermeabilização.

O procedimento executivo foi realizado por um empreiteiro, que consistia numa pessoa especializada que executa apenas esse tipo de serviço. Com relação ao teste de estanqueidade, não foi realizado devido a pressa do proprietário para a conclusão da obra. “Não tivemos tempo para a verificação”.

Após a ocupação foram percebidas algumas patologias, ambas causaram manchas por infiltração. O primeiro problema identificado foi decorrente a algum problema relativo a instalação do ar-condicionado. Apesar da tubulação ter sido feita antes da aplicação da manta, conforme exigência da NBR, no momento da instalação dos aparelhos de ar-condicionado não foram tomados os devidos cuidados

Outro problema observado teve como fonte a execução de um serviço terceirizado, onde não souberam lidar de forma correta com a impermeabilização. O Proprietário 3 solicitou a colocação de um portão, sendo que o executor deste serviço perfurou a laje, e conseqüentemente a manta, para a colocação de um pino para segurar o portão. Tal serviço gerou uma infiltração localizada, que não foi percebida de imediato.

Apesar dos contratempos, o Proprietário 3 se diz absolutamente satisfeito com relação a sua escolha de cobertura. Se fosse construir novamente, o entrevistado utilizaria este sistema construtivo, além de indicá-lo a alguém. “Além de resolver os problemas com relação a água, elimina ruídos e facilita a manutenção deste sistema”, afirma o usuário.

4.1.4 Proprietário 4

O Proprietário 4 está com sua edificação em fase de construção. A obra, exclusivamente residencial, possui metragem de 350 m² distribuídos em dois

pavimentos. Por estar em fase de acabamento, possui prazo de finalização para ainda em 2014.

A decisão pela cobertura do tipo laje impermeabilizada em substituição à cobertura convencional foi do proprietário, que solicitou o uso do sistema ao arquiteto. O Proprietário 4 afirma que o empreendimento sempre esteve fundamentado em conceitos sustentáveis. “Buscamos ter um reuso das águas e obter máxima ventilação e iluminação, pois além da economia de energia e água, o conforto térmico será maior”. A influência da escolha pelo sistema em estudo está na perspectiva de captar melhor as águas das chuvas, além de não utilizar madeiramento na cobertura. “E claro, na possibilidade de utilização do espaço”, completa o entrevistado.

O sistema de impermeabilização utilizado foi escolhido pelo engenheiro responsável. Refere-se a um método que foge do usual no município. Trata-se da aplicação de uma manta líquida, realizada *in loco*, em substituição a manta pronta comprada em bobinas. O acabamento será em brita e serão empregadas placas de isopor para a proteção e conforto térmico.

A execução do procedimento será realizada pelo empreiteiro da obra sob a supervisão do engenheiro responsável. Apesar deste sistema de impermeabilização não ser o mais empregado, não há projeto de impermeabilização. O Proprietário 4 afirmou que o engenheiro responsável realizou extensas pesquisas antes de optar por este procedimento e que o teste de estanqueidade certamente será posto em prática.

Como as obras na edificação ainda não foram concluídas, o Proprietário 4 não pôde responder questões relativas à impressão causada pelo sistema no pós-ocupação.

4.1.5 Proprietário 5

O Proprietário 5 construiu uma edificação residencial que teve as obras concluídas em 2013. Refere-se a um imóvel com apenas pavimento térreo e cerca de 200 m², conforme ilustrado na Figura 13. A utilização do sistema em estudo possibilitou o uso de um espaço de 150 m² à sua residência.



Figura 13 – Imóvel do Proprietário 5
Fonte: Autoria própria.

A ideia de uma residência com cobertura em laje impermeabilizada já fazia parte dos planos do proprietário. Após conversa com o arquiteto responsável pelo projeto da casa, a proposta foi encorajada e, então, colocada em prática.

Quando questionado se foi elaborado um projeto específico de impermeabilização, o Proprietário relatou que por conhecer e ter estudado o procedimento, não julgou necessário. “Eu sou engenheiro agrônomo e minha esposa é arquiteta. Tínhamos uma noção de impermeabilização porém a impermeabilização fizemos por conta e risco”.

No que se diz respeito ao teste de estanqueidade, o entrevistado relatou que foi deixado uma lâmina de dez centímetros de água, por um período de três dias. Ao final do teste, nenhum vazamento foi identificado.

O método de impermeabilização escolhido foi a utilização de manta asfáltica. Para acabamento, apesar do arquiteto sugerir o uso da brita, foi optado pela aplicação de uma camada de concreto de 5 cm com isopor, chamado de concreto leve. “Como queríamos um local para receber pessoas, para caminhar em cima, optamos por executar um piso”.

“O projeto agora é fazer parte utilizando deck de madeira, e parte em grama sintética e arborizar com plantas em vasos”. O cuidado que o Proprietário 5 tem é para evitar o possível contato entre a vegetação e a manta, que pode ser danificada pelas raízes.

Quando indagado se aprovava o sistema em estudo, o usuário relatou estar satisfeito. “Ganhei um espaço que não ia ser utilizado, apesar de sair mais caro do que a cobertura e não ser um ambiente para utilização diária, estou super satisfeito com a escolha”.

Quanto ao aparecimento de patologias, nenhuma anormalidade foi percebida. Se construísse novamente, o Proprietário 5 utilizaria novamente o procedimento, além de indicar para outras pessoas.

4.1.6 Proprietário 6

Trata-se de uma edificação residencial, de apenas um pavimento, com 342 m² de área construída. A obra foi finalizada no segundo semestre de 2009, portanto já está sendo utilizada a quase cinco anos.

A decisão pelo procedimento de impermeabilização da laje, em substituição à cobertura convencional, a princípio, foi feita em função da estética que este sistema proporciona. Tal opção arquitetônica pode ser observada na Figura 14.



Figura 14 – Imóvel do Proprietário 6
Fonte: Autoria própria.

A área impermeabilizada está, até o presente momento, servindo exclusivamente como cobertura. Porém, o Proprietário 6 estuda a possibilidade

de utilizá-la como terraço, uma vez que esta oferecerá uma vista panorâmica da cidade. A decisão pela impermeabilização da cobertura foi conjunta entre o proprietário e o arquiteto.

Não existia projeto de impermeabilização. Os proprietários não sabiam da existência deste tipo de projeto e a construtora contratada não forneceu esta opção a eles. O sistema de impermeabilização utilizado foi a manta asfáltica, juntamente com a manta *bidim*, isopor e pedra brita.

Segundo o proprietário, o procedimento não foi executado de maneira adequada, uma vez que surgiram patologias. Algumas infiltrações foram identificadas na cozinha, lavanderia, varanda e próximo ao ar-condicionado em um dos quartos. A falha estava na execução, já que todas as tubulações foram feitas antes da impermeabilização e não houve corte da manta após sua colocação.

Com relação ao teste de estanqueidade o Proprietário 6 relata: “Não lembro de terem feito, como ocorreram alguns problemas depois de executado, acredito que este teste de estanqueidade não foi realizado”.

A construtora contratada ficou responsável pelo processo executivo da impermeabilização, partindo das especificações contidas no projeto arquitetônico. Como ocorreram infiltrações, a construtora também se responsabilizou pelo reparo. Porém, a solução se deu de forma pontual, e as infiltrações voltaram a aparecer. Por fim, o Proprietário 6 preferiu contratar uma outra empresa especializada, por sua conta, para retirar a manta asfáltica existente e refazer o procedimento de impermeabilização, para assim prevenir futuros problemas.

Apesar dos problemas, o grau de satisfação do proprietário por esta escolha é de 80%, pois gostaram muito do resultado final (estética) da casa. “Só não é 100% devido aos problemas que tivemos” complementou. Se fosse construir novamente o proprietário teria dúvidas se adotaria novamente este tipo de cobertura.

4.2 DEPOIMENTOS DOS PROFISSIONAIS

4.2.1 Profissional 1

O profissional 1 é um arquiteto que iniciou sua empresa em 1997, possui atuação regional, e trabalha com projetos de arquitetura, compatibilização de projetos e consultorias. Começou a trabalhar com coberturas do tipo laje impermeabilizada nos anos de 2005/2006.

Em seus projetos de arquitetura existe a especificação do tipo de material que será utilizado na impermeabilização, geralmente manta asfáltica com isopor e brita e um detalhe das camadas que compõe a impermeabilização (manta, *bidim*, isopor e pedra brita), conforme Figura 15.

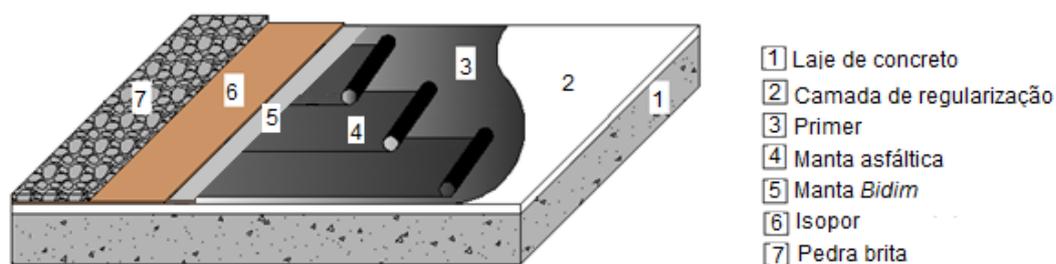


Figura 15 – Detalhamento das camadas
Fonte: Autoria própria.

O profissional relatou que, na grande maioria das vezes, não é feito um projeto específico de impermeabilização. “Não é feito porque é um projeto complementar e o cliente não está disposto a pagar”, salienta o entrevistado. Ele acaba especificando e tomando alguns cuidados na compatibilização para favorecer a impermeabilização. “Em cima das lajes, por exemplo, eu posso inverter algumas vigas de bordo para ficar concreto direto e tornar mais fácil a impermeabilização, pois aí não é necessário fazer um reboco para depois colocar a manta e vir com outro reboco, você só acerta aquele concreto e aplica a manta naquele local”. Segundo o profissional existe um desconhecimento por parte do mercado da construção civil da necessidade de um projeto de impermeabilização.

Outro ponto salientado é a falta de fiscalização das obras em geral. Ele relata que para executar este serviço, também há necessidade de um responsável técnico e uma anotação de responsabilidade técnica de impermeabilização, o que na prática não existe. O que existe, na grande maioria das vezes, são profissionais instaladores autônomos que realizam o trabalho e fornecem garantias do serviço executado, ficando os clientes na dependência destes profissionais.

De acordo com o profissional, as normas de impermeabilização satisfazem as condições dos procedimentos atuais mais comuns, porém existem situações reais que nenhuma norma irá dar conta. “Chegou em uma interface de laje/pilar ou de uma viga invertida ou alguma furação que precisa ser feita na laje, a norma não irá ensinar a fazer, e sim fornecer alguns critérios. Ai entra o conhecimento de engenharia e execução de obra”, relatou o profissional. Ainda de acordo com o arquiteto, é necessário entender como a água infiltra-se, pois a impermeabilização busca justamente impedir esta infiltração, salientando que “a infiltração é um dos problemas mais complicados de ser resolvido pois a água infiltra em um ponto e a mancha aparece em outro”.

O entrevistado relatou um aumento na solicitação deste tipo de cobertura, e ainda disse que no caso dele houve um maior incentivo com os clientes. A impermeabilização já existia porém não com o objetivo que agora ela está tendo, liberando a cobertura/terraço para o uso. “Anos atrás as pessoas aplicavam a manta e executavam um contrapiso em cima, principalmente em prédios. A partir do melhor conhecimento da técnica o profissional começou a aplicar este tipo de cobertura em residências e desenvolveu-se o sistema “*manta/isopor/bidim/pedra brita*” já pensando na manutenção, na possibilidade de retirar o material para poder identificar o problema e resolver facilmente permitindo a colocação de decks, evitando a colocação de pisos”. Comentou ainda que “Aonde você pode evitar o contrapiso melhor”, enfatizou o profissional. Segundo o arquiteto todo o processo foi testado e acompanhado em sua própria residência e a partir daí incentivou os clientes a utilizar estas áreas com os benefícios associados: colocação de ar-condicionado, boiler, painéis fotovoltaicos, facilidade de manutenção, menor riscos de queda para manutenção. “Este incentivo possibilitou mais liberdade arquitetônica, liberdade criativa em que eu consigo melhorar os meus projetos e ampliar as possibilidades de uso da cobertura

passando pela manutenção, facilidade de execução. Lembrando que a mão de obra para executar uma impermeabilização é mais barata que para executar uma cobertura, mas precisa ser de boa qualidade”. Este tipo de cobertura atualmente já está sendo feita em obras comerciais e industriais.

De acordo com o profissional a empresa especializada que executou tem a responsabilidade da execução em caso de a impermeabilização apresentar problemas. Se for o aplicador de manta sem um profissional técnico responsável, que fez o serviço e der problema ele mesmo irá resolver. A responsabilidade depende, se existir um projeto de impermeabilização e este for executado e a laje apresentar algum problema, é projeto falho, mas “se for executar sem projeto, o engenheiro executor assume os riscos”.

Segundo o profissional, a impermeabilização mais utilizada é a com manta asfáltica, por se tratar de “um sistema flexível que te permite trabalhar com uma manta de sacrifício, fácil de se moldar por ser um sistema elástico, como a nossa região tem muita variação de temperatura isso facilita”. Em relação a custos o entrevistado não possui dados pois não executa obras e nunca utilizou nada que não fosse a manta asfáltica. “Houve situações em que no projeto estava especificado manta asfáltica dupla, e na hora da aplicação substituíram o sistema por manta líquida e o resultado não foi satisfatório. Não indico manta líquida, mesmo sem projeto eu ainda indico manta asfáltica”, relatou o profissional. Ressaltou ainda a importância de se ter procedimento para a execução da impermeabilização. Salientou que “os problemas ocorrem porque não há acompanhamento técnico”.

Segundo o arquiteto, é muito importante antes de começar um projeto de impermeabilização de uma laje compatibilizar estrutura, arquitetura e hidráulico. Verificar o caimento do piso, se o piso está regular (não pode ser muito poroso, deve estar desempenado para não descolar a manta). Nas bordas subir os 30 cm. Também é necessário reforçar as dobras nos cantos com outra manta já que nestes pontos as tensões são maiores. Descer o reboco no traço certo, nos 30 cm, colocar a tela de arame, cuidar com a proteção mecânica. Cuidar com a sequência executiva, para não perfurar a manta. O profissional relata que “a maior parte dos engenheiros que executam obras não sabem fazer corretamente a impermeabilização, tudo fica muito a cargo dos prestadores de serviço e a questão central é o acompanhamento do projeto”. Segundo ele, “o cuidado não

é só na aplicação da manta, também com os outros serviços que vão acontecer na obra e precisam ser feitos antes da manta, sendo a manta é a última coisa sem contar o reboco e a pintura. Estanqueidade é outro cuidado”.

De acordo com o profissional o fato de este sistema não ser mais utilizado passa pela ignorância técnica dos profissionais.

4.2.2 Profissional 2

O Profissional 2 é um Engenheiro Civil que trabalha em uma empresa que iniciou suas atividades no ramo da construção civil em março de 2000, mas só a partir de outubro de 2006 iniciou a exercer atividades específicas de impermeabilização. A construtora não presta serviços de impermeabilização às outras empresas, apenas executa o procedimento em suas obras.

Quanto as normas de impermeabilização (NBR 9574 de 2008 e NBR 9575 de 2010), o engenheiro avalia que satisfazem as condições e os procedimentos atuais. Mas, apesar da NBR 9575 (2010), “Impermeabilização – Seleção e projeto”, indicar que desenvolva-se um projeto de impermeabilização, o Profissional 2 relata que não são desenvolvidos projetos específicos para o procedimento. “São feitos somente especificações e detalhamentos técnicos”, afirma o engenheiro.

Quando questionado se a procura pelo do procedimento de coberturas com lajes impermeabilizadas aumentou nos últimos 10 anos, o Profissional 2 afirmou que teve, sim, um crescimento significativo. “Atualmente a demanda maior é para impermeabilizações com manta asfáltica, mas há uma tendência de aplicação de pintura elastomérica (manta líquida) para áreas molháveis”, afirma o entrevistado.

Antes de iniciar a impermeabilização, algumas particularidades devem ser verificadas. A primeira delas é a “observar a condição estrutural da laje, para analisar que sobrecarga poderá ser aplicada com a proteção mecânica”. Contrapisos, revestimento cerâmicos e lastros de britas possuem um peso específico grande e devem ser levados em consideração no dimensionamento da laje. A escolha da proteção mecânica também levará em conta a finalidade de utilização que o usuário pretende ter.

Outra condição, salientada pelo Profissional 2, que deve ser investigada, são as tubulações que irão transpor a laje. As passagens de redes elétricas, hidráulicas, lógica, de ar-condicionado, entre outras, devem ser previstas antes do procedimento de impermeabilização, deixando espaços para futuras instalações, evitando que futuramente a manta seja perfurada.

Em relação ao material utilizado no procedimento, deve-se tomar um certo cuidado na escolha do produto, para que ele se adeque a cada necessidade. “Existem vários fabricantes e especificações de materiais, na sua maioria de empresas conceituadas, além dos boletins técnicos que informam o uso apropriado para cada situação”.

Alguns equívocos durante a impermeabilização podem resultar em problemas futuros. O Profissional 2 relata que “em nossas obras, utilizamos mão de obra especializada e conhecedora das técnicas, mas já presenciamos várias obras na região em que o aplicador utilizava maçarico de forma errada para a fixação da manta, também não havia o transpasse entre mantas na posição correta”. Em casos em que é utilizado manta líquida ou pintura elastomérica (semiflexível), “a probabilidade de maior erro é na aplicação do produto com rendimento ou número de demãos menor do que o especificado”.

Para certificar-se que a impermeabilização foi executada de forma correta, são realizados ensaios para verificação da estanqueidade das lajes impermeabilizadas. “Em lajes expostas (terraços, coberturas, piscinas) a lâmina de água é deixada por um período de 72 horas. Em terraços sobre laje maciça, esse período aumenta para, no mínimo, 20 dias”.

Dentre as patologias percebidas pelos usuários ao longo do tempo, possuem as relacionadas com a execução e as relacionadas com a utilização do espaço ao longo do tempo. Um problema apontado pelo entrevistado foi “um caso onde, na utilização da manta semiflexível em terraços, não foram feitas juntas de dilatação suficientes, o que acarretou em tensões excessivas sobre a manta, e conseqüente ruptura”.

4.2.3 Profissional 3

O Profissional 3 atua como arquiteto na cidade de Pato Branco, em uma empresa que iniciou suas atividades em 2004. Desde a criação, a empresa atua elaborando projetos arquitetônicos e, sempre que os mesmos solicitam, trabalham assessorando procedimentos de impermeabilizações.

Na concepção de seus projetos, o Profissional 3 utiliza a cobertura em laje impermeabilizada quanto pretende utilizar o pavimento como um espaço extra. Mais especificamente em residências, a escolha por lajes planas se dá quando há a procura por um estilo arquitetônico onde o telhado precisa ficar escondido.

Em relação aos custos, o entrevistado acredita que os custos se equivalem. “De qualquer forma você vai ter a laje plana, e vai precisar impermeabilizá-la, mas em contrapartida não terá o custo de rufo, calhas e madeiramento”. Porém, a impermeabilização requer uma mão de obra especializada, que custaria mais caro.

O Profissional 3 explica que não desenvolvem projetos de impermeabilização pois contrata empresas especialistas no procedimento, no caso a empresa do Profissional 4. “Nós não fazemos porque é um serviço especializado e existem várias formas de impermeabilização. Normalmente, para proporcionar maior qualidade e segurança, contratamos terceiros para a execução do procedimento”.

Na interpretação do entrevistado, houve um aumento significativo deste tipo de solicitação nos últimos 10 anos. “Até porque os sistemas de impermeabilização melhoraram muito, tem mais oferta de produtos no mercado, então passamos a utilizar mais”.

Dentre as patologias constatadas pelos usuários, a que o entrevistado observa com mais frequência é em relação ao arremate final da manta na platibanda, que ocasiona o estouro do reboco pela dilatação do material asfáltico. “Quando é alvenaria, costuma-se quebrar um gomo do tijolo para a ponta da manta entrar. Assim, se a ponta trabalhar, não será no sentido do reboco, evitando trincos”. Além disso, o Profissional 3 recomenda o uso de micro fibras de 6mm na argamassa para evitar retração. “São técnicas adotadas para evitar problemas que não estão nas normas”.

Além das patologias associadas a execução, um problema que é difícil controlar é a utilização que o usuário faz do espaço. O Profissional 3 relata que “orientamos nosso cliente a não perfurar a manta. A Norma de Desempenho – NBR 1575 (2013), diz que você tem que fazer um manual de uso e manutenção, onde você recomenda, mas foge do seu controle saber se está sendo utilizado de forma correta”.

4.2.4 Profissional 4

O Profissional 4 trabalha como engenheiro civil em uma das maiores empresas especializadas em impermeabilização da região. Há 21 anos, a empresa atua executando impermeabilizações em terraços, piscinas e reservatórios d'água.

Para iniciar a impermeabilização, comentou o Profissional 4, é notório que a laje plana deve estar prepara para receber o procedimento. Alguns itens devem ser verificados, tais como as inclinações para os ralos, que serão indispensáveis para evitar acúmulo de água sobre a laje. Além disso, “a argamassa de regularização deve ser somente cimento e areia, sem aditivos, senão o primer não dá aderência e a manta solta”, como alerta o entrevistado.

É importante fazer algumas considerações quando a laje terá uma impermeabilização. “É preciso lembra que o nível da laje irá subir de 3 a 4 cm com o procedimento, então é necessário deixar inclinações e rebaixos”. Outro detalhe lembrado pelo entrevistado é que, se o cliente pretende ter floreiras, é preciso utilizar uma manta antiraiz, para que não haja a perfuração do sistema de impermeabilização. Para concluir os itens a serem verificados, o Profissional 4 afirma que, em lajes com dimensões maiores que 100 m², devem ser previstas juntas de dilatação.

Um dos principais equívocos, lembrados pelo Profissional 4 é a contratação de mão de obra desqualificada, que certamente resultará em problemas futuros. “Uma das principais falhas que encontramos é o caimento ao contrário, onde a água fica acumulada ao invés de escoar pelo ralo”.

Para evitar falhas, os testes de vazamentos sempre são executados. “A lâmina de água permanece na laje por, no mínimo, 72 horas. Caso seja maciça,

o tempo de espera pode dobrar. A verificação permite encontrar pontos de vazamentos com antecedência, sendo que, caso não seja executado o teste, pequenas falhas passam despercebidas”. O problema só será percebido após algum tempo depois de finalizado o procedimento, onde, segundo o entrevistado, “a água pode percolar por trincas, passando pelas tubulações e caindo numa lâmpada, que é onde o proprietário visualiza a infiltração”.

O Profissional 4 garante que, “desde que seja bem feito e por um pessoal especializado, a impermeabilização de lajes não trará problemas ao usuário”. Ainda segundo o profissional, os problemas ocorrem quando a execução é mal feita e a mão de obra desqualificada.

Até que o sistema de impermeabilização seja protegido devem ser tomados cuidados para não danificá-lo. “Na execução do contrapiso e proteção mecânica, deve-se ter o cuidado até para caminhar em cima da manta, para não perfurá-la. Alguns profissionais colocam prego na laje para fazer o regolpe, ou seja, pegam massa no balde e batem no piso para tirar o excesso. Acaba furando e não avisam por medo de não ter conserto”.

4.2.5 Profissional 5

Neste caso trata-se de uma construtora que atua em serviços de impermeabilização, a qual iniciou suas atividades em 2003. Seguindo o formato de apresentação, considerando o profissional entrevistado, como responsável pelos dados da construtora, Profissional 5.

A construtora não faz projetos específicos de impermeabilização. A indicação vem dos engenheiros que vendem as mantas e especificam-na de acordo com o uso que ela terá no local impermeabilizado, informando a manta e a espessura ideal para cada aplicação.

Como a construtora trabalha somente com execução predial, em toda cobertura destes prédios a manta asfáltica é utilizada, em contrapartida as coberturas convencionais. Para sacadas utiliza-se a manta líquida, porém em terraços e coberturas somente manta asfáltica. “Fornece maior resistência e flexibilidade”, completa o Profissional 5, se referindo a manta. Em terraços que

serão posteriormente utilizados, faz-se um contra piso sobre a manta e em coberturas coloca-se uma manta *bidim*, isopor e brita.

O processo executivo antes da execução começa por uma correção na laje, prepara-se o piso e acertam-se as caídas das águas e ainda preparam-se as paredes onde a manta irá subir e entrar para somente depois aplicar a manta. O Profissional 5 relatou que o maior equívoco na execução deste tipo de cobertura é “não preparar a parede e aplicar a manta sem estar tudo bem preparado”.

A empresa realiza o teste de estanqueidade, e se houver algum vazamento, verifica-se onde se deu o vazamento para a sua correção. Geralmente a água fica em torno de uma semana (4 ou 5 dias) no local. Segundo relatado, até hoje não foram identificados problemas de infiltração em nenhuma obra já executada.

4.3 ACOMPANHAMENTO DO PROCEDIMENTO

Para reforçar os conceitos vistos em bibliografia, foram verificados os detalhes construtivos que estão relacionados a preparação de uma laje para o recebimento da impermeabilização. Para tal, foi realizada uma visita em uma residência cuja laje de cobertura irá receber a aplicação de manta líquida.

Pôde-se, assim, observar os caimentos em direção dos ralos para o escoamento da água. Além disso, os cantos arredondados permitiam a transição entre a laje e o plano vertical, o que na etapa seguinte irá evitar que a manta seja dobrada. A disposição das tubulações de rede de hidráulica e elétrica foram previstas com antecedência, o que, como já foi dito, é de extrema importância para que posteriormente não haja violação da manta. Além das fotos já apresentadas ao longo do trabalho, alguns destes detalhes construtivos podem ser observados na Figura 16, que consiste na atual situação da construção da residência do Proprietário 4.



Figura 16 – Preparação da laje para a impermeabilização
Fonte: Autoria própria.

Ademais, como foi previsto nos objetivos deste trabalho, foi acompanhado a execução da impermeabilização de uma laje com a utilização de manta asfáltica. Algumas particularidades do procedimento, utilizado em uma edificação na cidade de Pato Branco, estão ilustrados na Figura 17.



Figura 17 – Impermeabilização com manta asfáltica
Fonte: Autoria própria.

O método consistia no desenrolar da manta associado ao aquecimento por maçarico, procedido pela compressão da mesma sobre a superfície com o auxílio de uma colher de pedreiro. A técnica utilizada pelos aplicadores contava com uma sobreposição de mantas em torno de 10 cm, análogo ao descrito nas normas para garantir a estanqueidade do sistema.

4.4 ANÁLISES DOS RESULTADOS

Após a realização das entrevistas, a análise acerca da elaboração dos projetos de impermeabilização é que, apesar da NBR 9575 (2010) estabelecer exigências e recomendações, o mesmo não é cumprido. Alguns profissionais buscam direcionamentos e orientações com os fabricantes, outros realizam pesquisas sobre o tema, porém não chegam a desenvolver um projeto que defina os detalhamentos necessários para a correta execução.

No que concerne a realização do teste de estanqueidade, apenas dois proprietários afirmaram que foram cumpridos. Houve uma certa surpresa em relação ao usuário que relatou não ter havido tempo para a constatação de estanqueidade da laje. Presume-se que, ao não realizar o teste, o proprietário está correndo o risco de, futuramente, perceber infiltrações resultantes da aplicação incorreta da impermeabilização.

Observou-se também que, em quase a totalidade dos serviços realizados no município de Pato Branco, ocorre a utilização da manta asfáltica. A fácil aplicação e a maior disponibilidade do material no mercado, são fatores decisivos para seu uso consagrado na região.

Em relação as patologias, não foi possível a ilustração destas por meio de acervos fotográficos pois, como relatado pelos proprietários entrevistados, poucas infiltrações foram percebidas. Ora, as falhas constatadas pelos usuários foram prontamente reparadas, uma vez que eram situações, em sua maioria, localizadas.

Dentre as anomalias percebidas pelos usuários, as principais causas estão relacionadas com a mão de obra desqualificada. Os relatos mostraram que, por vezes, a aplicação da impermeabilização é feita de forma equivocada, demonstrando uma falta de qualidade técnica. Além disso, os serviços

executados posteriores à finalização da impermeabilização, muitas vezes não são realizados com os cuidados requeridos. Instaladores de ar-condicionado, portões, sistemas de lógica, entre outros, podem acabar por danificar a camada de impermeabilização, resultando em patologias.

Por fim, a avaliação dos usuários quanto a utilização do sistema em estudo foi considerada positiva. O julgamento de satisfação dada pelos proprietários esteve sempre acima de 80%, mesmo com as constatações de patologias e custos dadas pelos mesmos.

Com relação ao método utilizado pelo profissional 1, a ordem de colocação manta, *bidim*, isopor e pedra brita, poderia ser invertida para manta, isopor, *bidim* e pedra brita, já que a manta *bidim* tem como principal função a de não permitir que pequenas partículas e até mesmo sujeira ultrapasse esta barreira feita pela manta, e venha a provocar entupimentos na tubulação que drena a cobertura do tipo laje impermeabilizada.

Quanto aos profissionais, houve predomínio de um otimismo relacionado ao crescimento, que também já é notado, da utilização das lajes impermeabilizadas. Além disso, também consideraram a técnica como uma opção vantajosa para a cobertura de residências, proporcionando diversos usos além dos quais a cobertura em telhas pode apresentar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta um panorama dos últimos 10 anos do processo de impermeabilização de coberturas que ocorre no município de Pato Branco – PR. A cidade possui uma geografia acidentada, repleta de morros e desníveis, o que beneficia inúmeros terrenos com uma ampla visão para a cidade. Para tanto, a utilização do procedimento em estudo gera uma valorização do imóvel, que passa a ter um espaço utilizável com atrativo panorâmico.

Conforme notado pela totalidade dos profissionais entrevistados, a demanda de serviços relacionados a impermeabilização é grande, e a tendência é ascender ainda mais. Mas para que novos empreendimentos tenham sucesso, é preciso analisar que a qualidade do serviço prestado está indiscutivelmente ligada a especialização da mão de obra utilizada.

O estudo de caso realizado permitiu analisar a eficiência das impermeabilizações utilizadas na cidade, que mostrou-se satisfatória, desde que aplicada de forma correta. O sucesso do sistema depende de muitos fatores, desde a concepção do projeto e execução, até a manutenção do imóvel em toda a sua vida útil. Qualquer desatenção pode ocasionar uma falha.

Constatou-se que grande parte dos problemas relacionados a impermeabilizações são causados por pequenos detalhes. Apesar de serem indiscutíveis as complicações decorrentes por infiltrações, ainda assim é um problema que ocorre com frequência, não apenas em edificações antigas, como também nas recém construídas.

Durante a pesquisa, pôde-se identificar as principais fontes de problemas relacionados à impermeabilização das coberturas. Na maioria dos casos, a falta de projetos de impermeabilização, seja por falta de conhecimento ou devido à resistência por parte dos proprietários em relação ao custo, foi determinante para que as falhas ocorressem. Por não contratarem o projeto de impermeabilização, os usuários acabam por deixar a critério das empresas prestadoras de serviços contratadas a resolução dos problemas relativos a estanqueidade sendo que, muitas vezes, não possuem conhecimento técnico suficiente para adotarem a melhor estratégia.

Pôde-se concluir que a realização de planejamento e projetos possibilitam visualizar a solução mais viável, além de compatibilizar e evitar problemas.

Investir nesses itens gera maior racionalização e produtividade na fase de execução, além de menores possibilidades de patologias ao longo do uso da edificação, minimizando gastos com manutenções preventivas e efetivas.

A reparação de um serviço defeituoso gera incômodos ao usuário, além de demandar tempo e dinheiro que, sem dúvida, são maiores que os realizados em uma execução correta. Assim, medidas preventivas devem ser priorizadas, em detrimento de corretivas, que seria o ideal não só para a impermeabilização, mas para todo o envolvimento da construção civil.

Visto a sua importância, o assunto de impermeabilização deveria ter mais enfoque nos cursos de engenharia, uma vez que estão relacionados a vida útil da estrutura. Além disso, influenciam na qualidade de vida dos usuários, já que estão associados a problemas e infiltrações e mofo.

A grande quantidade de métodos de impermeabilização, aliado a uma bibliografia que muitas vezes está desatualizada frente as novas normas brasileiras, tornam complexo a seleção do método a utilizar. Por isso que, algumas vezes, profissionais e usuários acabam por optar pelo método mais habitual, que nem sempre trata-se do mais eficiente.

Espera-se que a pesquisa seja útil à comunidade acadêmica, gerando acervo para novas pesquisas, a fim de ampliar e melhorar o procedimento. De mesmo modo, que o estudo sirva de incentivo aos proprietários, para que façam uso e se beneficiem com os proveitos que a cobertura em laje impermeabilizada oferece.

6 REFERÊNCIAS

ARANTES, Yara de K. **Uma visão geral sobre impermeabilização na construção civil**. 2007. 67 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2007.

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

_____. **NBR 9575**: Impermeabilização: Seleção e projeto. 2010.

_____. **NBR 13532**: Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura. 1995.

_____. **NBR 15575**: Edificações habitacionais - Desempenho. 2013.

BARROS, Mércia M. S. B., BERNARDES, Maurício. Desempenho em inovações tecnológicas: o caso do piso elevado para áreas externas de edifícios. **Téchne**, São Paulo, n. 191, p. 48-52, fev. 2013.

BERNHOEFT, Luiz F.; MELHADO, Silvio B. A importância da presença de especialista em impermeabilização na equipe multi disciplinar de projetos para durabilidade das edificações. **Cinpar** - VI Congresso Internacional Sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas, Argentina, 2010.

BÉRTOLO, Tania. A prova d'água. **Téchne**, São Paulo, n. 51, mar. 2001. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/51/artigo287219-1.aspx>>. Acesso em: 26 jun. 2014.

CARVALHO, Kelly. Impermeabilização com mantas de PVC. **Téchne**, São Paulo, n. 156, p. 84-85, jul. 2014. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/156/devido-a-baixa-demanda-sistema-de-impermeabilizacao-com-mantas-de-315979-1.aspx>>. Acesso em: 08 jul. 2014.

CASTRO, Cláudio M. **A Prática da pesquisa**. São Paulo, McGraw-Hill, 1977.

CICHINELLI, Gisele. Estanque e flexível. **Construção Mercado**, São Paulo, n. 156, p. 78-81, jul. 2014. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/156/artigo315974-2.aspx>>. Acesso em: 08 jul. 2014.

_____. Umidade barrada. **Construção Mercado**, São Paulo, n. 140, p. 52-55, mar. 2013. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/189/estanqueidade-garantida-conheca-os-sistemas-de-impermeabilizacao-cimenticia-e-288006-1.aspx>>. Acesso em: 28 abr. 2014.

_____. Estanqueidade garantida. **Téchne**, São Paulo, n. 189, p. 38-43, dez. 2012.

CORSINI, Rodnei. Sistemas de coberturas. **Construção Mercado**, São Paulo, n.145, p. 58-59, ago. 2013. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/145/sistemas-de-coberturas-quinta-parte-da-norma-de-desempenho-293399-1.aspx>>. Acesso em: 30 abr. 2014

_____. Proteção uniforme. **Téchne**, São Paulo, n. 168, p. 58-62, mar. 2011. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/168/protecao-uniforme-indicadas-para-impermeabilizar-estruturas-sujeitas-a-dilatacoes-285858-1.aspx>>. Acesso em: 26 jun 2014.

FELIZARDO, Hélio, PELISSER, Fernando. **Projeto de sistema de impermeabilização de uma laje de cobertura**. Artigo submetido ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Extremo sul Catarinense - UNESC. 2013. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/handle/1/1775/Helio%20Felizardo.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 03 jul. 2014.

FERREIRA, Romário. Manta TPO. **Construção Mercado**, São Paulo, n. 156, p. 86-87, jul. 2014. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/156/impermeabilizacao-rigida-e-indicada-para-estruturas-que-nao-fiquem-expostas-315982-1.aspx>>. Acesso em: 08 jul. 2014.

_____. Conhecendo os impermeabilizantes. **Equipe de obra**, São Paulo, n. 65, p. 16-20, nov. 2013. Disponível em: <<http://equipedebra.pini.com.br/construcao-reforma/44/conhecendo-os-impermeabilizantes-veja-quais-sao-os-sistemas-de-245388-1.aspx>>. Acesso em: 28 abr. 2014.

GIL, Antônio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GIRIBOLA, Maryana. Manta asfáltica. **Construção Mercado**, São Paulo, n. 156, p. 88-89, jul. 2014. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/156/membrana-flexivel-tpo-e-utilizada-para-impermeabilizar-coberturas;-aplicacao-e-315984-1.aspx>>. Acesso em: 08 jul. 2014.

ISCHAKEWITSCH, Georg T. Revolução via novas tecnologias. **Revista MEMO**, Niterói, RJ, n. 8, p. 14-17, set. 2001.

LWART IMPERMEABILIZAÇÃO. **Detalhes construtivos e manutenção**. Disponível em: <<http://www.lwartimpermeabilizantes.com.br/pagina/material-de-referencia>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

MARTINS, Juliana. Desempenho no projeto. **Téchne**, São Paulo, n. 194, p. 26-32, maio 2013. Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/194/desempenho-no-projeto-saiba-como-elaborar-um-projeto-de-294082-1.aspx>>. Acesso em: 28 abr. 2014. (a)

_____. Impermeabilização. **Equipe de obra**, São Paulo, n. 55, p. 40-43, jan. 2013. Disponível em: < <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/55/artigo275595-1.aspx>>. Acesso em: 26 jun. 2014. (b)

_____. Impermeabilização do Maracanã foi feita em poliureia. **Téchne**, São Paulo, abr. 2013. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/tecnologia-materiais/impermeabilizacao-do-maracana-foi-feita-com-poliuria-284571-1.aspx>>. Acesso em: 20 jun. 2014. (c)

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

NAKAMURA, Juliana. Arsenal contra a umidade. **Construção Mercado**, São Paulo, n. 156, p. 74-76, jul. 2014. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/156/impermeabilizacao-de-estruturas-o-mercado-dispoe-de-uma-serie-de-315973-1.aspx>>. Acesso em: 08 jul. 2014.

PICCHI, Flávio A. **Impermeabilização de coberturas**. São Paulo: Pini: Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 1986.

POUSA, Sergio C. Tipo e quantidade de mantas devem ser definidos pelo projetista. **Construção Mercado**, São Paulo, n. 147, p. 104-105, out. 2013. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/147/manta-asfaltica-tipo-e-quantidade-de-mantas-devem-ser-298421-1.aspx>>. Acesso em: 28 abr. 2014.

ROCHA, Ana P. Estanqueidade moldada. **Téchne**, São Paulo, n. 177, p. 48-51, dez. 2011. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia->

civil/177/estanqueidade-moldada-aplicacao-de-sistemas-de-impermeabilizantes-in-loco-286880-1.aspx>. Acesso em: 30 abr. 2014.

SA Soluções em Engenharia. **Impermeabilização com sistema cristalizante**. 10º Boletim técnico.

SILVA, Maria C. R., VIEIRA, Jucélia K., GALLI, Luís A., DONATONI, Juliana B. **Aplicação de mantas asfálticas na impermeabilização de lajes de coberturas**. Enteca, 2003.

SOUZA, Julio C. S. de; MELHADO, Silvio. Parâmetros para seleção e projeto de impermeabilização de pisos do pavimento tipo de edifícios. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP**. Gramado, 1997.

VEDACIT – **Manual técnico de impermeabilização de estruturas**. 94 p. 7ª edição, dez. 2012. Disponível em: <http://www.vedacit.com.br>

VENTURINI, Jamila. Características da cobertura condicionam escolha de sistema de impermeabilização. **Téchne**, São Paulo, n. 205, p. 20-23, abr. 2014. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/205/caracteristicas-da-cobertura-condicionam-escolha-de-sistema-de-impermeabilizacao-310716-1.aspx>>. Acesso em: 30 abr. 2014.

TAMAKI, Luciana. No popular. **Téchne**, São Paulo, n. 163, p. 54-59, out. 2010. Disponível em: <<http://www.revistatechmonone.com.br/engenharia-civil/163/artigo189331-2.asp>>. Acesso em: 28 abr. 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário para empresas e/ou profissionais

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa está sendo realizada junto a profissionais que atuam na construção civil diretamente no procedimento de impermeabilização de lajes, em substituição à cobertura convencional. A pesquisa busca compreender como o processo de impermeabilização vem sendo executado na cidade de Pato Branco-PR.

As pesquisadoras se comprometem em manter sigilo sobre a empresa ou profissional participante da pesquisa. As empresas não serão identificadas nominalmente, sendo tratadas como Empresa 1, Empresa 2, etc. Os entrevistados não serão identificados nominalmente, sendo tratados como gerente da Empresa 1, Engenheiro da Empresa 2, e outros.

Cargo do entrevistado:

Data de início de atividades da empresa:

Data de início de atividades específicas de impermeabilização:

Serviços que oferecem: (projetos, tipos de impermeabilização)

Relacionadas à contratação do serviço:

- São desenvolvidos projetos de impermeabilização?
- As Normas de impermeabilização (NBR 9574 e NBR 9575) satisfazem as condições e os procedimentos usuais?
- É possível dimensionar, baseado nos últimos 10 anos aproximadamente, se houve aumento ou não deste tipo de solicitação de serviço?

Relacionadas ao procedimento técnico de impermeabilização:

- Qual o procedimento de impermeabilização para lajes mais utilizado? Em seu entendimento, por quê?

- O que é importante ser verificado antes de iniciar o processo de impermeabilização em uma laje?
- Com relação ao material utilizado no procedimento, quais são as preocupações que se deve ter ao fazer a escolha do produto adequado a cada necessidade?
- Quais os principais equívocos durante a impermeabilização que podem resultar em problemas futuros?
- São realizados ensaios para verificação da estanqueidade das lajes impermeabilizadas? Com que frequência?

Relacionadas ao pós-executado:

- São percebidos problemas pelos usuários ao longo do tempo?
- Se sim, que problemas são percebidos? Qual a origem deles?

APÊNDICE B – Questionário para proprietários

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa está sendo realizada junto a profissionais que atuam na construção civil diretamente no procedimento de impermeabilização de lajes, em substituição à cobertura convencional. A pesquisa busca compreender como o processo de impermeabilização vem sendo executado na cidade de Pato Branco-PR.

As pesquisadoras se comprometem a manter sigilo sobre os pesquisados, não sendo identificados nominalmente, sendo tratados como Proprietário 1, Proprietário 2, etc.

Caracterização da edificação:

- Trata-se de uma edificação comercial ou residencial?
- Número de pavimentos:
- Metragem quadrada:
- Data da finalização da obra:

Informações quanto ao projeto e execução:

- A decisão pelo procedimento de impermeabilização da laje em substituição à cobertura convencional?
- Houve preocupação, de alguma forma sustentável, uma vez que deixa-se de utilizar estruturas em madeira?
- Lembra-se se havia projeto de impermeabilização?
- A opção pela forma que seria realizada a impermeabilização foi de quem?
- Qual foi o tipo de impermeabilização?
- O procedimento foi executado por quem? Empresa especializada, ou outros?
- Foram realizados testes de estanqueidade?

Informações quanto ao pós-ocupação:

- Quanto ao seu grau de satisfação com relação a sua escolha, como poderia qualificar?
- Foram percebidas patologias decorrentes de algum problema relativo à impermeabilização? Se sim, quais e com que frequência/intensidade?
- Se houveram patologias, que tipos e, em que locais?
- Se foram resolvidas, de que forma e quem se responsabilizou por tal?
- Após as correções, os problemas deixaram de existir?
- Hoje se fosse construir utilizaria este sistema construtivo ou indicaria a alguém?