

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Guilherme da Silva Rocha

**DIAGNÓSTICO DO USO DE IMPERMEABILIZAÇÃO COM
MANTAS ASFÁLTICAS NA REGIÃO DA GRANDE PORTO
ALEGRE**

Porto Alegre
dezembro 2016

GUILHERME DA SILVA ROCHA

**DIAGNÓSTICO DO USO DE IMPERMEABILIZAÇÃO COM
MANTAS ASFÁLTICAS NA REGIÃO DA GRANDE PORTO
ALEGRE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Angela Borges Masuero

Porto Alegre
dezembro 2016

GUILHERME DA SILVA ROCHA

**DIAGNÓSTICO DO USO DE IMPERMEABILIZAÇÃO COM
MANTAS ASFÁLTICAS NA REGIÃO DA GRANDE PORTO
ALEGRE**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação (COMGRAD) da Engenharia Civil na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2016

Profa. Angela Borges Masuero
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

BANCA EXAMINADORA

Angela Borges Masuero (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Laís Zucchetti (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Carina Stolz (FEEVALE)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Professora Angela Borges Masuero, orientadora deste trabalho, por sua gentileza e disponibilidade em oferecer seus conhecimentos para o desenvolvimento desta atividade.

Aos meus pais, Eunice e Marco André, pela paciência e apoio ao longo dos anos, e não somente nestes seis anos de graduação. Essa conquista é em grande parte de vocês.

Ao meu tio e padrinho, Marco Antônio, por compartilhar o seu conhecimento da profissão de Engenheiro Civil comigo, além de me oferecer minha primeira oportunidade profissional.

Aos meus demais parentes e amigos, que estiveram ao meu lado ao longo do período da graduação.

O mundo não está ameaçado pelas pessoas más,
mas por aquelas que permitem a maldade.

Albert Einstein

RESUMO

O crescimento da construção civil nos últimos anos no país desencadeou certa pressão para a produção de edificações de maneira mais rápida e econômica, visando um maior e mais rápido retorno financeiro, com base no avanço tecnológico de técnicas e materiais, otimizando as atividades e serviços da construção no país. Nesse cenário mais exigente, as construtoras e demais empresas podem cometer falhas, ao projetar e executar seus empreendimentos. A estanqueidade de uma edificação é um parâmetro que pode evidenciar as falhas cometidas, denegrindo e inutilizando outros elementos construtivos de uma edificação. Dessa forma, é necessário reduzir o surgimento das manifestações patológicas que podem ser originadas por problemas de infiltração em uma edificação, devido a falhas no sistema de impermeabilização. A utilização de técnicas construtivas, com base em detalhes específicos, implementadas em um Projeto de Impermeabilização, tendem a reduzir as manifestações patológicas causadas por problemas de estanqueidade em uma construção. A análise dos pontos críticos na execução de uma impermeabilização é de suma importância para diagnosticar as causas de manifestações patológicas em elementos construtivos de uma edificação. Nesse contexto, esse trabalho buscou identificar o panorama na incidência das causas de manifestações patológicas e técnicas construtivas que visam à redução dos problemas de estanqueidade de uma edificação na região da Grande Porto Alegre. Para isso, foi elaborado e aplicado um questionário junto a 10 responsáveis técnicos ou projetistas de empresas de impermeabilização na região, abordando parâmetros de projeto e execução. Para elaborar essa pesquisa direcionada aos pontos mais problemáticos de uma impermeabilização, fez-se uma revisão bibliográfica descrevendo as técnicas e métodos mais comuns em uma impermeabilização especificada com manta asfáltica, além dos principais pontos de incidência de manifestações patológicas. Apontaram-se então os dados obtidos, apresentando, por exemplo, um baixo percentual na utilização de projetos de impermeabilização, apesar de uma maior conscientização da importância da impermeabilização por parte das construtoras, na visão das empresas de impermeabilização. Também foi averiguado o fato do sistema aderido possuir uma maior utilização na execução de impermeabilizações por mantas asfálticas na região da Grande Porto Alegre, além de obter os pontos de maior incidência de manifestações patológicas em uma edificação, em detalhes construtivos como ralos, juntas e rodapés.

Palavras-chave: Estanqueidade. Falhas na Impermeabilização. Manifestações Patológicas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de delineamento da pesquisa	17
Figura 2 – Fluxograma da Metodologia do trabalho	28
Figura 3 – Detalhe de camadas do sistema de impermeabilização e inclinação do substrato	29
Figura 4 – Aderência da manta no ralo	30
Figura 5 – Detalhe da ancoragem da manta em rodapés	31
Figura 6 – Detalhe da manta junto a soleiras e desnível do piso	32
Figura 7 – Detalhe de reforço da manta junto á instalações	33
Figura 8 – Estanqueidade de juntas com aplicação de mastique	34
Figura 9 – Detalhe de pingadeira em mureta	35
Figura 10 – Detalhe de passagem de instalação junto a vigas	36
Figura 11 – Infiltração junto á tubulação de incêndio	49
Figura 12 – Problema na vedação do ralo	50
Figura 13 – Problema de transpasse em manta asfáltica	51
Figura 14 – Manta asfáltica liberada para tráfego sem a proteção mecânica	52
Figura 15 – Retrabalho devido á falta de engaste da manta no interior do ralo	53
Figura 16 – Descolamento da pintura devido a infiltração	54
Figura 17 – Problema no rodapé junto à marquise	54
Figura 18 – Detalhe de soleira	55
Figura 19 – Taxa de Retorno de respostas das Empresas	63
Figura 20 – Classificação das Empresas quanto ao serviço fornecido	63
Figura 21 – Classificação das Empresas quanto ao tempo de sua atuação no mercado	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 22 – Classificação dos responsáveis pelo preenchimento do questionário	64
Figura 23 – Percepção do entrevistado quanto a utilização de um Projeto de Impermeabilização por parte das construtoras	65
Figura 24 – Percentual de respostas de qual é a conscientização das construtoras quanto à importância da impermeabilização	66
Figura 25 – Percentual de respostas de quais são os motivos que levam as construtoras a utilizar um projeto de impermeabilização	67
Figura 26 – Percentual de respostas de quais são os motivos para a não utilização do projeto por parte das construtoras	68
Figura 27 – Percentual de respostas de que em qual etapa da obra é elaborado o projeto de impermeabilização pelas construtoras	69
Figura 28 – Frequência de utilização dos métodos de aderência da manta asfáltica na região.....	75
Figura 29 – Método de fixação da manta que reduz o aparecimento de manifestações patológicas	76
Figura 30 – Respostas para a pergunta: “Mantas flutuantes dificultam na localização das origens de manifestações patológicas?”	76
Figura 31 – Principais detalhes construtivos que originam manifestações patológicas	77
Figura 32 – Percentual de respostas à pergunta: “Na compatibilização de projetos, em geral, os ralos ficam afastados dos planos verticais para facilitar a execução da manta asfáltica?”	80
Figura 33 – Fatores responsáveis pela execução inapropriada dos detalhes construtivos de uma impermeabilização	82
Figura 34 – Origem dos principais tipos de falha na impermeabilização	84
Figura 35 – Principais causas de falhas devido ao projeto de impermeabilização	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 36 – Principais causas de falhas devido à execução da impermeabilização	86
Figura 37 – Principais causas de falhas devido à qualidade dos materiais de impermeabilização	87
Figura 38 – Principais causas de falhas devido à utilização do elemento construtivo	88
Figura 39 – Incidência de retrabalho em atividades devido a manifestações patológicas	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Avaliação de Parâmetros	59
Quadro 2 – Principais problemas decorrentes de falta de compatibilização de projetos de impermeabilização	73
Quadro 3 – Principais causas identificadas pelos entrevistados para a existência de falhas na Impermeabilização	74
Quadro 4 – Parâmetros para a especificação de uma manta asfáltica	77
Quadro 5 – Detalhes técnicos não especificados pela NBR 9575	81
Quadro 6 – Parâmetros na especificação e execução de uma junta	83
Quadro 7 – Cuidados a serem tomados na abertura de uma manta asfáltica	85
Quadro 8 – Medidas para garantir a eficiência de uma impermeabilização	93
Quadro 9 – Locais e Causa das principais manifestações patológicas na região da Grande Porto Alegre	95

LISTA DE SIGLAS

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira

PVC – Policloreto de Vinila

APP – Polipropileno Atático

SBS – Estireno-Butadieno-Estireno

CAQ – colagem com asfalto quente

CMG – colagem com maçarico de gás

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	DIRETRIZES DE PESQUISA	17
2.1	QUESTÃO DE PESQUISA	17
2.2	OBJETIVOS DO TRABALHO	17
2.2.1	Objetivo principal	17
2.2.2	Objetivos específicos	17
2.3	PREMISSAS	18
2.4	DELIMITAÇÕES	18
2.5	LIMITAÇÕES	18
2.6	DELINEAMENTO DA PESQUISA	18
3	IMPERMEABILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS	21
3.1	UMIDADE	21
3.1.1	Atuação da água	21
3.1.2	Danos causados pela umidade	22
3.2	SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	23
3.2.1	Classificação dos sistemas de impermeabilização	23
3.3	PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	25
3.3.1	Substrato a ser impermeabilizado	26
3.3.2	Camada de regularização	27
3.3.3	Camada de separação	27
3.3.4	Isolamento térmico	27
3.3.5	Proteção mecânica	28
3.3.6	Teste hidrostático	29
3.3.7	Detalhes construtivos	30
4	MANTAS ASFÁLTICAS	39
4.1	CLASSIFICAÇÃO DE MANTAS ASFÁLTICAS	40
4.1.1	Classificação quanto à armadura	40
4.1.2	Classificação quanto à composição de polímeros	41
4.1.3	Classificação quanto ao acabamento superficial	42
4.1.4	Classificação quanto à aderência ao substrato	42

4.2 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO COM MANTAS ASFÁLTICAS	45
4.2.1 Planejamento e execução da manta asfáltica	45
5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM MANTAS ASFÁLTICAS	47
5.1 DURABILIDADE DA IMPERMEABILIZAÇÃO	47
5.2 FALHAS NA IMPERMEABILIZAÇÃO	48
5.2.1 Falhas devido ao projeto	48
5.2.2 Falhas no processo de execução	49
5.2.3 Falhas devido á qualidade dos materiais	49
5.2.4 Falhas decorrente da má utilização e/ou manutenção	50
5.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	51
6 METODOLOGIA PARA O LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	58
6.1 UNIDADES DE ANÁLISE	58
6.2 QUESTIONÁRIO PADRÃO	59
6.2.1 Responsável pelas informações	60
6.2.2 Projeto de impermeabilização	60
6.2.3 Mantas Asfálticas	60
6.2.4 Detalhes construtivos de impermeabilização	61
6.2.5 Manifestações Patológicas	61
6.3 PANORAMA CONSTRUTIVO	61
6.4 MÉTODO DE ANÁLISE DOS RESULTADOS	62
6.4.1 Análise por porcentagem	62
6.4.2 Análise por peso.....	63
7 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	64
7.1 ANÁLISE DA AMOSTRA	64
7.1.1 Taxa de retorno de respostas	64
7.1.2 Caracterização da amostra	65
7.2 PANORAMA CONSTRUTIVO	66
7.2.1 Projeto de Impermeabilização	67
7.2.1.1 Elaboração do projeto	67
7.2.1.2 Compatibilização de projeto	71

7.2.2 Mantas Asfálticas	74
7.2.3 Detalhes Construtivos de Impermeabilização	78
7.2.4 Falhas no Sistema de Impermeabilização	85
7.2.5 Manifestações Patológicas	91
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
8.1 SUGESTÕES PARA NOVOS TRABALHOS	101
REFERÊNCIAS	103
APÊNDICE A – Questionário Aplicado	105

1 INTRODUÇÃO

Falar de impermeabilização é fazer uma trajetória metodológica em busca da correta utilização de sistemas impermeabilizantes, visto que é através dela que se alcança a proteção e durabilidade das construções, impedido a passagem de águas por meio de infiltrações, fluídos e vapores. Outra finalidade muito importante da impermeabilização é a proteção dos elementos construtivos de uma edificação contra a sua possível degradação, devido à atuação de agentes agressivos do meio.

Desde os primórdios das civilizações, os primeiros materiais impermeabilizantes foram óleos e betumes naturais, já que forneciam característica de estanqueidade. Como exemplo, cita-se Noé que, segundo os Livros Apócrifos, impermeabilizou o casco da arca com óleos e betumes naturais. Os egípcios utilizavam óleos aromáticos para proteger sarcófagos, enquanto os romanos utilizavam a “albumina” como material impermeabilizante, um material composto por clara de ovo, sague e óleos, com a função de impermeabilizar saunas e aquedutos (PIRONDI, 1988, p. 24).

Os sistemas de impermeabilização com mantas asfálticas pré-fabricadas são mais recentes que os sistemas moldados no local, e foram criados devido a exigência do mercado em relação à rapidez na execução e economia na mão de obra. Porém, no Brasil, os materiais pré-fabricados introduzidos primeiro foram as mantas de polímeros, sendo posteriormente implementado o sistema de mantas asfálticas (PICCHI, 1986, p. 129).

Klein (2002, p. 7) cita que o mercado de impermeabilização ainda conta com expressivo número de técnicos que têm dado preferência às correções dos problemas de impermeabilização posteriores à construção, graças a uma frequente despreocupação de algumas construtoras em implementar um projeto de impermeabilização no início de uma construção. Esta situação parece permanecer ainda nos dias de hoje.

A inexistência de projeto de impermeabilização é um dos principais fatores que podem causar insucessos nos elementos construtivos de uma edificação. Porém, algumas empresas do meio da construção já encaram a impermeabilização como um serviço especializado, onde os detalhes construtivos são de grande importância para o desempenho no sistema de

impermeabilização, sendo necessários o seu conhecimento antes da execução do serviço (CRUZ, 2003, p. 13).

Na inexistência de um projeto específico de impermeabilização com detalhes conclusivos, os pontos críticos na execução de uma impermeabilização acabam tendo soluções criadas em obra, sendo executadas do modo que a equipe da administração da edificação melhor entender e, muitas vezes, com pouco conhecimento técnico. Nem sempre essas soluções escolhidas no canteiro de obra possuem efeitos positivos para o sistema de impermeabilização, podendo muitas vezes agravar ainda mais as manifestações patológicas na edificação.

A infiltração em um elemento construtivo é um dos problemas mais temidos pelas construtoras, pois, além de comprometer com a vedação e a estética da construção, pode gerar um retrabalho em outros serviços, que acabam sendo comprometidos, gerando um maior tempo de execução no empreendimento e um custo não previsto inicialmente.

Com isto, o presente trabalho tem como objetivo discutir e apresentar detalhamentos arquitetônicos e técnicas construtivas que podem contribuir para a diminuição da incidência de manifestações patológicas nas impermeabilizações executadas com mantas asfálticas, além de identificar e detalhar os principais problemas decorrentes da ineficaz execução do sistema de impermeabilização.

O presente trabalho busca mostrar o panorama das manifestações patológicas em impermeabilizações especificadas com mantas asfálticas na Região da Grande Porto Alegre. Para executar essa pesquisa, foi elaborado um questionário, e aplicado junto aos responsáveis técnicos das principais empresas de impermeabilização na região estudada. O questionário abordou as principais causas e origens de manifestações patológicas em uma impermeabilização, abordando as especificações inadequadas de materiais, parâmetros de projeto, influência da gestão do empreendimento na incidência dessas manifestações, e detalhes técnicos que influenciam diretamente na eficácia do sistema de impermeabilização.

O trabalho foi dividido em 7 capítulos. O capítulo 1 do trabalho constitui-se nessa breve introdução e contextualização do tema. O segundo capítulo apresenta a questão de pesquisa, objetivos, premissas, delimitações, limitações e delineamento do trabalho. O capítulo 3 faz uma revisão geral de sistemas de impermeabilizações, sua importância e suas funções para uma edificação, a atuação da água e agravantes gerados pela umidade na construção,

classificação dos métodos de impermeabilização, e, parâmetros necessários para a implementação de um projeto de impermeabilização, focando nas etapas que devem ser cumpridas na execução de uma impermeabilização e, principalmente, detalhes técnicos que devem ser avaliados ao executar e projetar um sistema de impermeabilização.

O capítulo 4 possui o enfoque voltado especificamente às mantas asfálticas, suas particularidades, classificações, e método de execução. O quinto capítulo aborda a durabilidade e as principais falhas na impermeabilização, focando nas principais causas de manifestações patológicas baseadas em estudo de casos. No sexto capítulo são explicados os métodos utilizados na presente pesquisa. No capítulo 7 são abordados os resultados obtidos, as distribuições observadas, o nível de padronização de técnicas abordadas, a incidência de determinados parâmetros, e o grau de relevância de indicadores estabelecidos na amostra. Por fim, apresentam-se as considerações finais do trabalho e sugestões a futuros trabalhos.

2 DIRETRIZES DE PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste trabalho é: quais as principais causas de manifestações patológicas em uma construção, e quais os principais parâmetros que visam à redução no surgimento dessas manifestações patológicas considerando os sistemas de impermeabilizações com mantas asfálticas?

2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e específicos, e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é a identificação das principais causas envolvidas no surgimento de manifestações patológicas em impermeabilizações executadas em mantas asfálticas na Grande Porto Alegre.

2.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) análise da utilização de projetos de impermeabilização por parte das construtoras na região da Grande Porto Alegre;
- b) avaliação dos métodos de fixação de uma manta asfáltica mais utilizados e adequados a fim de evitar manifestações patológicas em uma edificação;

- c) avaliação da incidência de causas de falhas em um sistema de impermeabilização, podendo ser causadas por falhas na execução, projeto, especificação ou uso dos sistemas de impermeabilização.

2.3 PREMISSAS

Frente aos frequentes aparecimentos de problemas na estanqueidade da edificação ocasionados pela má execução do sistema de impermeabilização, há a necessidade de um melhor conhecimento na execução e projeto desse tipo de tecnologia.

2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimitou-se à avaliação de impermeabilizações executadas com manta asfáltica realizadas na região da Grande Porto Alegre/RS, baseado em uma pesquisa junto a 10 empresas de impermeabilizações.

2.5 LIMITAÇÕES

O trabalho teve por limitações o estudo e a análise das técnicas construtivas e causas de manifestações patológicas em impermeabilizações executadas em mantas asfálticas com base nos resultados obtidos na aplicação do questionário padrão junto aos entrevistados.

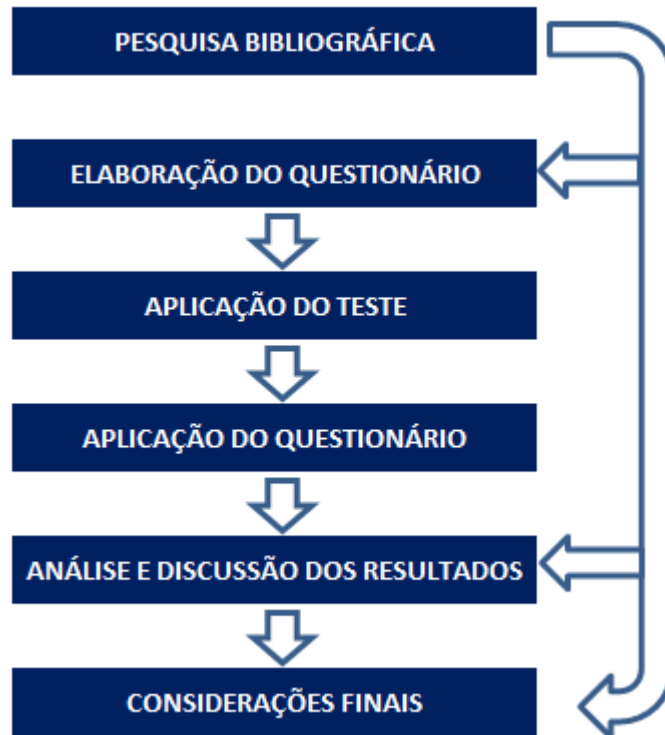
2.6 DELINEAMENTO DA PESQUISA

As análises e conclusões apresentadas no trabalho são feitas a partir de uma amostra de questionários respondidos por especialistas na área de impermeabilização, sejam responsáveis por execução, sejam projetistas. O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, representadas na figura 1 e descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) elaboração do questionário;
- c) aplicação do questionário teste;
- d) aplicação do questionário junto às empresas de impermeabilização;
- e) coleta de dados;

- f) análise dos resultados;
- g) sistematização dos parâmetros abordados;
- h) considerações finais.

Figura 1 – Diagrama de delineamento da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

A **pesquisa bibliográfica** esteve presente durante todo o trabalho e serviu de apoio sempre que necessário, aprofundando o tema estudado, e gerando um embasamento técnico e teórico necessário à pesquisa.

Na etapa de **elaboração do questionário**, avaliaram-se os principais aspectos ligados às causas de manifestações patológicas em uma edificação, constando questões referentes ao projeto de impermeabilização; na especificação e execução das mantas asfálticas; detalhes arquitetônicos e construtivos, sistematizando técnicas e avaliando a importância de cada um para não comprometer o sistema de impermeabilização; e as principais incidências de falhas na impermeabilização, além de sistematizar as principais manifestações juntamente com as suas causas e locais de origem.

No intuito de verificar a clareza e objetividade do instrumento elaborado, foi feita a **aplicação de um questionário teste**. Como as respostas obtidas foram consideradas satisfatórias, a próxima etapa pode ser iniciada. A **aplicação do questionário** foi realizada nas demais empresas selecionadas, cujos requisitos se encaixavam na pesquisa.

Na **análise dos resultados**, todos os dados obtidos dos questionários foram evidenciados, sendo extraídas as informações para a identificação de distribuições padrões dos indicadores avaliados. Com isso, foi executada uma **sistematização dos parâmetros abordados**, com base em gráficos e tabelas para melhor compreensão dos resultados obtidos.

Por fim, nas **considerações finais** ressaltaram-se as técnicas construtivas e causas de manifestações de maior incidência e relevância na região da Grande Porto Alegre. Também se destacou as falhas cometidas mais observadas no preenchimento do questionário.

3 IMPERMEABILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS

A estanqueidade de uma edificação é um dos objetivos principais do proprietário, do usuário, do construtor e do empreiteiro especializado. Para esse objetivo ser alcançado, é de extrema importância um rigoroso controle na execução do serviço, além da conscientização de que a impermeabilização é uma etapa primordial na execução da obra.

Cunha e Neumann já afirmavam em 1979 (p. 12) que não é admissível que a impermeabilização seja considerada como um serviço adicional na construção, de função meramente secundária em relação às demais etapas da construção, e de custo adicional quase supérfluo. Esse tipo de afirmação tem cada vez mais se incorporado na mentalidade da construção civil nos dias atuais.

3.1 UMIDADE

Conforme a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 11), a impermeabilização deve ser projetada para evitar a passagem de fluídos e vapores nas construções, proteger os elementos e componentes construtivos expostos ao intemperismo, e proteger o meio-ambiente de agentes contaminantes.

A exposição ao intemperismo em uma edificação, com alternância entre a presença e a ausência de água, tende a uma deterioração de intermitência cíclica. Esta situação é agravada pela agressividade da água chuva, que leva consigo elementos agressivos como ácidos e bases, que devem ser impedidos de danificar um elemento construtivo por uma impermeabilização com resistência adequada (CRUZ, 2003, p. 23).

3.1.1 Atuação da água

Segundo Cunha e Neumann (1979, p. 17), existem três tipos de solicitação imposta pela água às impermeabilizações:

- a) Água de Percolação: água que atua em superfícies onde há um livre escoamento, não exercendo um esforço hidrostático sobre os elementos

construtivos. Possui maior atuação em coberturas, terrações e fachadas. A percolação está relacionada a um fenômeno de osmose, onde a água encharca um grão, que posteriormente vai encharcar o grão seguinte, e assim sucessivamente;

- b) Água com Pressão: é o caso de piscinas, caixas d'água e solos, onde a pressão provoca um esforço hidrostático nos elementos da construção;
- c) Água por Capilaridade: é a incidência da água em elementos da construção que estão sobre bases alagadas ou solos úmidos. A água é absorvida e transportada pelos poros dos mais diversos materiais, até atingir o nível estático.

3.1.2 Danos causados pela umidade

Para Pirondi (1988, p. 25), a infiltração de água é sempre um fato desagradável, pois todas as construções são executadas para se proteger das intempéries, e o surgimento de umidade na edificação significa que esse fim não foi atingido. A umidade, quando permanente, pode deteriorar qualquer material da construção, fazendo com que a obra se desvalorize.

Para solucionar problemas de perda de estanqueidade de um elemento construtivo, é necessário, muitas vezes, conhecer os efeitos da infiltração. Entre os efeitos se destacam (VERÇOSA, 1983, p. 12-13):

- a) Goteiras e Manchas: são os efeitos mais comuns das infiltrações, ocorrendo quando a água ultrapassa uma barreira, ficando aderente na superfície.
- b) Mofo e apodrecimento: o mofo e o bolor são fungos que proliferam com a existência de água, aderindo na superfície e liberando enzimas ácidas que deterioram o revestimento;
- c) Oxidação: é a transformação lenta de um metal em seus óxidos. A água ao penetrar até a armadura do concreto armado faz surgir a ferrugem que, ao aumentar de volume, deteriora o cobrimento da armadura;
- d) Eflorescência: formações de sais nas superfícies das paredes, gerando manchas brancas, que influenciam no descolamento e descoloração da pintura. Ocorre quando a água, ao infiltrar uma parede, encontra sais solúveis nos tijolos, nas argamassas, na areia, etc.;

- e) Criptoflorescência: formações salinas de origem similar à eflorescência, gerando grandes cristais que aderem na alvenaria, formando fissuras e podendo ocasionar até a queda da parede;
- f) Gelividade: a água infiltrada congela, aumentando de volume, ocasionando descolamento nas camadas mais externas do revestimento, desagregando lentamente o material.

Poyastro (2011, p. 26) afirma que o fenômeno de manchas em uma construção é cada vez mais de difícil aceitação, alterando o aspecto das construções de modo julgado inadmissível. Uns dos fatores que mais contribuíram para o aparecimento frequente deste problema foram às características construtivas adotadas pela arquitetura moderna bem como os novos materiais e sistemas construtivos introduzidos nas últimas décadas. A arquitetura moderna trouxe mais problemas de manchamento, uma vez que se deixou de utilizar muitos detalhes arquitetônicos que antigamente, mesmo indiretamente, preveniam o escorrimento e a infiltração da água da chuva e dos poluentes atmosféricos.

Todos os efeitos citados são causados pela falta de estanqueidade à água na construção civil, por ela conduzidos ou afetados. Tais efeitos vão gradativamente deteriorando os materiais e a obra construída. Logo, sob esse aspecto, a impermeabilização tem que ser pensada como uma tecnologia que visa uma exigência de durabilidade, não apenas de questões estéticas ou de acabamento.

3.2 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A vida útil de uma edificação, bem como a redução de custos em manutenção e recuperação dos sistemas construtivos, necessita de uma adequada escolha do sistema de impermeabilização. Uma especificação inadequada do material impermeabilizante pode ocasionar problemas de funcionalidade e habitabilidade da construção, além da degradação dos materiais constituintes no sistema (KLEIN, 2002, p. 7).

Para Cruz (2003, p. 42), na escolha de um sistema de impermeabilização devem ser avaliados os seguintes fatores:

- a) impermeabilidade dos materiais;

- b) resiliência dos materiais;
- c) longevidade dos sistemas de impermeabilização;
- d) proteção mecânica e isolamento térmico;
- e) custos.

3.2.1 Classificação dos sistemas de impermeabilização

Na classificação dos métodos de impermeabilização, existem três tipos de impermeabilização em relação à forma e aos materiais usados na execução (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 18):

- a) **Sistemas Rígidos:** São os concretos e argamassas que se tornam impermeáveis com a adição de um aditivo, aplicáveis sobre suportes não passíveis de fissuração.

Para Klein (2002, p. 17), os sistemas rígidos são aplicáveis em estruturas com baixas variações térmicas, pequenas vibrações e incidência solar, não devendo ser adotados em superfícies sujeitas à grande fissuração ou grandes deformações. Esse tipo de tecnologia é geralmente empregado em reservatórios d'água inferiores, solos, piscinas enterradas, caixas de instalações elétricas e hidráulicas, e galerias em geral.

- b) **Sistemas Flexíveis:** Impermeabilizações executadas com mantas pré-fabricadas ou com elastômeros dissolvidos e aplicados no local, com produtos fabricados industrialmente de espessura e peso por metro quadrado constante. Podem apresentar-se em camadas simples ou múltiplas, estruturadas ou não, podendo ser aderentes, semi-aderentes ou flutuantes no substrato conforme necessidade do projeto.

Segundo Klein (2002, p. 18), os sistemas flexíveis são aplicáveis em estruturas sujeitas a variações térmicas diferenciadas, cargas dinâmicas, recalques, e forte exposição solar. Geralmente são aplicáveis em terraços, piscinas suspensas, lajes, fossos, jardins suspensos, coberturas, casas de máquinas e etc. Para o mesmo autor, esse tipo de sistema possui a capacidade de se alongar em função da resistência estrutural, podendo absorver fissuração desde que adequadamente especificado.

- c) Sistemas Laminares: Sistema que utiliza camadas sucessivas de asfalto ou elastômeros, podendo ser armadas pela intercalação de materiais rígidos com a função de estruturar e dar resistência final ao conjunto.

O sistema laminar é formado por materiais que possuem boa resistência ao alongamento, sendo capaz de se deformar e retornar ao seu estado original constantemente sem se romper (KLEIN, 2002, p. 20).

3.3 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

De acordo a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 11), o projeto de impermeabilização deve ser desenvolvido em conjunto e compatibilizado com os demais projetos de construção, tais como arquitetônico, estrutural, hidráulico-sanitário, águas pluviais, gás, elétrico, revestimento, paisagismo e outros, de modo a serem avaliadas as correspondentes especificações em termos de tipologia, dimensões, cargas, ensaios e detalhes construtivos.

Segundo Picchi (1986, p. 25), embora seja fundamental que a impermeabilização seja parte integrante do projeto do edifício, em boa parte dos casos as construtoras só dedicam atenção à impermeabilização e seus problemas no final das obras. Sendo essa falta de previsão e improvisação nos detalhes os grandes responsáveis por um recorrente número de falhas no sistema de impermeabilização.

A ausência de projetos de impermeabilização nas construções civis pode ser considerada uma das principais causas dos insucessos na estanqueidade em uma obra. Porém algumas construtoras já encaram a impermeabilização como um serviço técnico de vital importância, se atendo nos detalhes construtivos para a execução de uma boa impermeabilização, passando a exigir dos projetistas um melhor detalhamento para aperfeiçoar o desempenho na execução de tais serviços (CRUZ, 2003, p. 13).

Segundo Cunha e Neumann (1979, p. 16-17), para atingir a estanqueidade total em um elemento construtivo, o processo de execução da impermeabilização tem que ser indicado em projeto. É ocorrente a prática de deixar as soluções referentes à impermeabilização para serem resolvidas pelo construtor, quando na realidade devem fazer parte integrante do projeto. O

arquiteto deve se preocupar com os problemas de impermeabilização na fase inicial da elaboração dos projetos, além de se conscientizarem das responsabilidades que possuem na sequência de serviços a serem executados, para se alcançar um bom resultado.

Para a execução do projeto de impermeabilização, devem ser avaliados os seguintes fatores, de acordo com Klein (2002, p. 13):

- a) pressão e direção do fluxo da água;
- b) flexibilidade e rigidez da estrutura;
- c) aderência do Sistema à estrutura;
- d) metodologia de preparação e aplicação;
- e) estrutura do produto impermeabilizante;
- f) quantidade de camadas de impermeabilizante.

3.3.1 Substrato a ser impermeabilizado

Na fase de elaboração do projeto o substrato já deverá ter suas características definidas, sendo que, para os sistemas de mantas, é necessário levar em conta a natureza das estruturas. Os substratos constituídos de alvenaria devem ser identificados no projeto, com definição dos tipos de tijolos, cintas e pilaretes. Já substratos de concreto devem ser identificados quanto à possibilidade de abertura de fissuras e quanto à amplitude das movimentações das juntas estruturais de dilatação e contração (CRUZ, 2003, p. 54-55).

Para Cunha e Neumann (1979, p. 77-79) a superfície sobre a qual deve ser aplicada a impermeabilização deve apresentar-se regular, lisa, limpa, sem protuberâncias ou materiais desagregados. Sempre que possível deve-se evitar o uso da camada de regularização, cabendo à estrutura portante atender os requisitos necessários, tais como caimento mínimo, arredondamento de cantos e arestas. Porém, na maioria das obras, estes serviços não são executados durante a concretagem da estrutura, sendo necessária a camada de regularização.

3.3.2 Camada de regularização

Em todos os casos de impermeabilização por sistema de mantas asfálticas, as bordas das mantas precisam ser arrematadas, embutidas na vertical ou por outro processo, a fim de

impedir a infiltração de água detrás da manta. Cerca de 90% dos casos de infiltração em impermeabilizações são originados a partir de deficiências nos arremates de contorno (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 79).

De acordo com Picchi (1986, p. 34), para evitar falhas no encontro entre os planos verticais e horizontais na impermeabilização, o substrato a ser impermeabilizado deve possuir suas arestas e cantos arredondados com diâmetro mínimo de 8 cm, além de possuir um caimento mínimo de 1% em direção dos coletores pluviais, a fim de evitar empoçamentos. Como esses serviços de preparação para a impermeabilização raramente são executados na etapa de concretagem, para obter tais detalhamentos necessários deve-se utilizar, após uma lavagem enérgica e retirada de incrustações no substrato, uma camada monolítica de argamassa de areia e cimento, com traço em volume de 1:3 e espessura mínima de 2 cm, devendo essa camada regularizadora constar em projeto, afim de evitar sobrepeso na estrutura.

3.3.3 Camada de separação

Para Picchi (1986, p. 37), a camada de separação pode ser executada entre a impermeabilização e o substrato no sistema flutuante, porém é principalmente usada para separar a manta asfáltica da proteção mecânica, com a função de evitar danos devido a movimentações distintas dos materiais e evitando a aderência entre eles. São normalmente especificados materiais como papel Kraft, feltro asfáltico e lona para uso de camada de separação.

3.3.4 Isolamento térmico

Áreas abertas como terraços e coberturas são os elementos em uma edificação mais solicitados termicamente, pois recebem uma quantidade de radiação direta e difusa superior as fachadas, que recebem incidência solar apenas em determinadas horas do dia. Graças a isso, o isolamento térmico em determinadas áreas da edificação é de crucial importância, sendo necessário por questões de conforto, economia de energia, estabilização da estrutura e aumento da vida útil dos componentes da edificação (PICCHI, 1986, p. 37).

Os materiais mais utilizados como isolantes térmicos normalmente apresentam baixa densidade aparente e possuem em sua estrutura células ou camadas que mantêm o ar

aprisionado. A partir da década de 80, os materiais mais utilizados, como o poliestireno expandido, são posicionados com base no sistema *up side down*, dispostos a cima da impermeabilização, possibilitando o uso do sistema aderente e protegendo a impermeabilização termicamente (PICCHI, 1986, p. 39-42).

3.3.5 Proteção mecânica

Segundo Cruz (2003, p. 71-73), as proteções mecânicas devem ser projetadas e executadas com base no nível de solicitações a que serão submetidas à impermeabilização. As proteções podem se encaixar em classificações distintas, podendo ser de uso obrigatório ou não, como segue:

- a) Sistemas de que dispensam a proteção mecânica: são sistemas impermeabilizantes com um acabamento superficial incorporado na sua fabricação, como as mantas asfálticas com acabamentos granulares ou de alumínio. Porém, nesse tipo de sistema, os materiais devem possuir características para retardar o seu envelhecimento pela ação das intempéries, além de serem especificados apenas para impermeabilizar locais com raro trânsito de pessoas (manutenção);
- b) Proteção mecânica provisória ou intermediária: possuem a função de distribuir os esforços e amortecer as cargas na impermeabilização, como as proteções finais e o piso definitivo. Se for especificada com argamassa, deve-se utilizar com traço em volume entre 1:5 e 1:7 (cimento e areia), e no mínimo com 1 cm de espessura;
- c) Proteção mecânica para solicitações leves: utilizadas em locais prevendo apenas a circulação de pessoas e apoio de dispositivos leves, devendo possuir resistência compatível com os carregamentos previstos;
- d) Proteção mecânica para solicitações normais: normalmente especificadas em jardineiras, bases de equipamentos e outros. Se for especificado como proteção de argamassa, deve possuir juntas de trabalho preenchidas com material elastomérico, traço em volume mínimo de 1:5 (cimento areia), e espessura de 3 cm;

- e) Proteção em superfícies verticais: protege a impermeabilização do impacto, intemperismo e abrasão, atuando como camada intermediária quando previsto revestimento de acabamento. Esse tipo de proteção deve ser armada com telas metálicas fixadas com, pelo menos, 5 cm a cima da cota de impermeabilização, tomando os devidos cuidados para a fixação da tela não comprometer a estanqueidade da manta.

Cruz (2003, p. 89) também afirma que existe uma série de materiais que podem ser especificados como proteção mecânica, além do revestimento de argamassa. Dentre eles, o autor cita:

- a) agregados soltos;
- b) concretos leves;
- c) espumas plásticas;
- d) filmes plásticos;
- e) filme de alumínio.

3.3.6 Teste hidrostático

Segundo Cruz (2003, p. 71), após a cura da impermeabilização por manta asfáltica deve ser executado um ensaio hidráulico de no mínimo 72 horas, para a detecção de possíveis falhas no material ou na execução do serviço. No caso de alguma necessidade de reparo, deve ser executado novamente o teste hidrostático, para posterior liberação da execução das etapas subsequentes a impermeabilização.

3.3.7 Detalhes construtivos

O estudo sistemático das manifestações patológicas, através do levantamento das lesões, da identificação das causas dos danos, da compreensão dos mecanismos de degradação, fornece subsídios para a prevenção das mesmas, assim como, para a elaboração de novas técnicas construtivas e para execução de projetos eficientes (POYASTRO, 2011, p. 25).

Picchi (1986, p. 51) afirma que o sucesso em uma impermeabilização depende de uma série de detalhes construtivos, que garanta a estanqueidade dos pontos críticos, pelo fato de a maior

parte dos problemas de impermeabilização se originar nas bordas, encontro com ralos, juntas, mudanças de plano e passagem de tubulações de instalações.

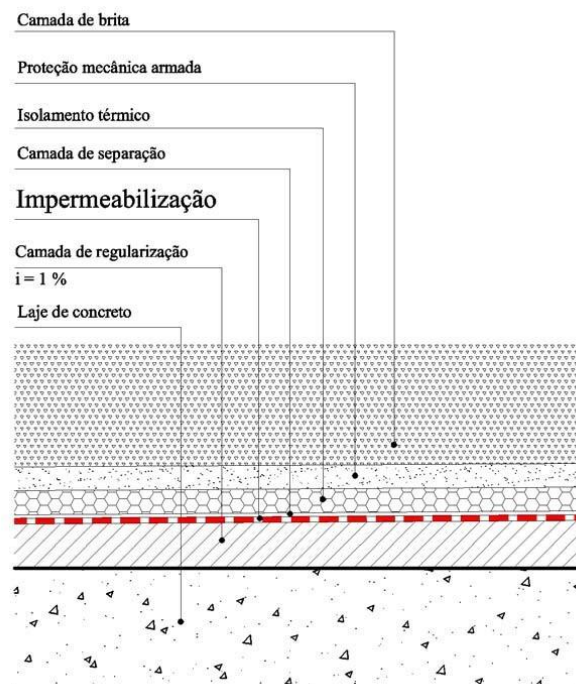
Cruz (2003, p. 56-57) pondera o fato de que quanto maior o número de detalhes construtivos relativos à impermeabilização, melhor será a preparação da área, e, por consequência, mais qualificado será o serviço. Para ele, o projeto de impermeabilização deve discriminar os seguintes detalhes construtivos:

- a) inclinação do substrato;
- b) ralos;
- c) rodapés;
- d) soleiras;
- e) passagem de tubulações;
- f) cotas;
- g) juntas;
- h) pingadeiras;
- i) arestas e cantos vivos;
- j) vigas invertidas.

De acordo a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 13), a inclinação do substrato deve ser definida após o estudo de escoamento de águas pluviais, sendo no mínimo de 1% em direção aos coletores de água.

É importante também que o caimento seja uniforme, evitando bolsões de água acumulada (VERÇOSA, 1983, p. 88).

Figura 3 - Detalhe de camadas do sistema de impermeabilização e inclinação do substrato



(fonte: JÚLIO CRUZ, 2003)

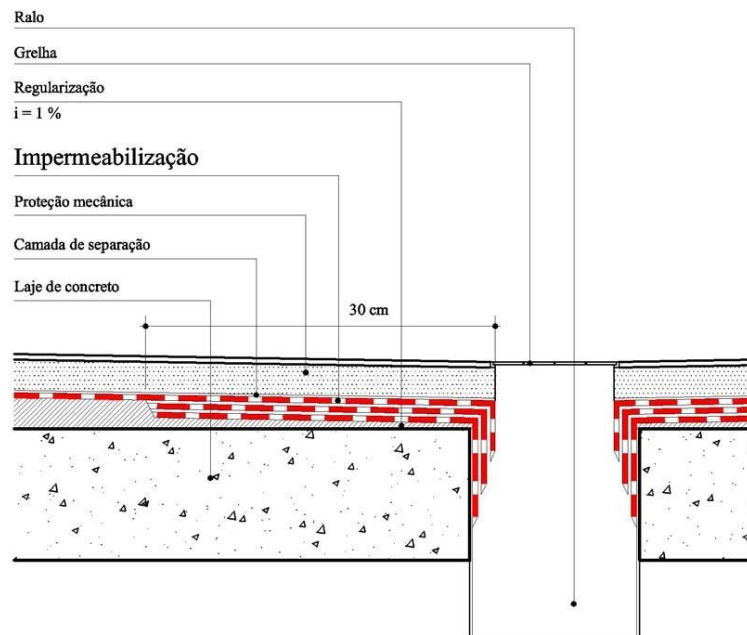
Segundo a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 13), os coletores devem ter diâmetro que garanta a manutenção de seção nominal dos tubos prevista no projeto hidráulico, sendo o diâmetro nominal mínimo 75 mm. Os coletores devem ser rigidamente fixados a estrutura, com material especificado em projeto.

Na prática, as tubulações com diâmetros iguais ou superiores a 100 mm são as mais adequadas. Para facilitar a execução da manta asfáltica, os ralos devem ser projetados com uma distância mínima de 10 cm das paredes ou outras interferências (CRUZ, 2003, p. 58).

Em relação à técnica de execução da manta asfáltica, ela deve adentrar nos ralos e escoamentos pluviais, para que a água não venha a se infiltrar abaixo da membrana ou

escorrer dentro da peça. Dentro do ralo, a manta deve estar bem aderente ao mesmo (figura 4), evitando o transbordamento da água (VERÇOSA, 1983, p. 90).

Figura 4 – Aderência da manta no ralo

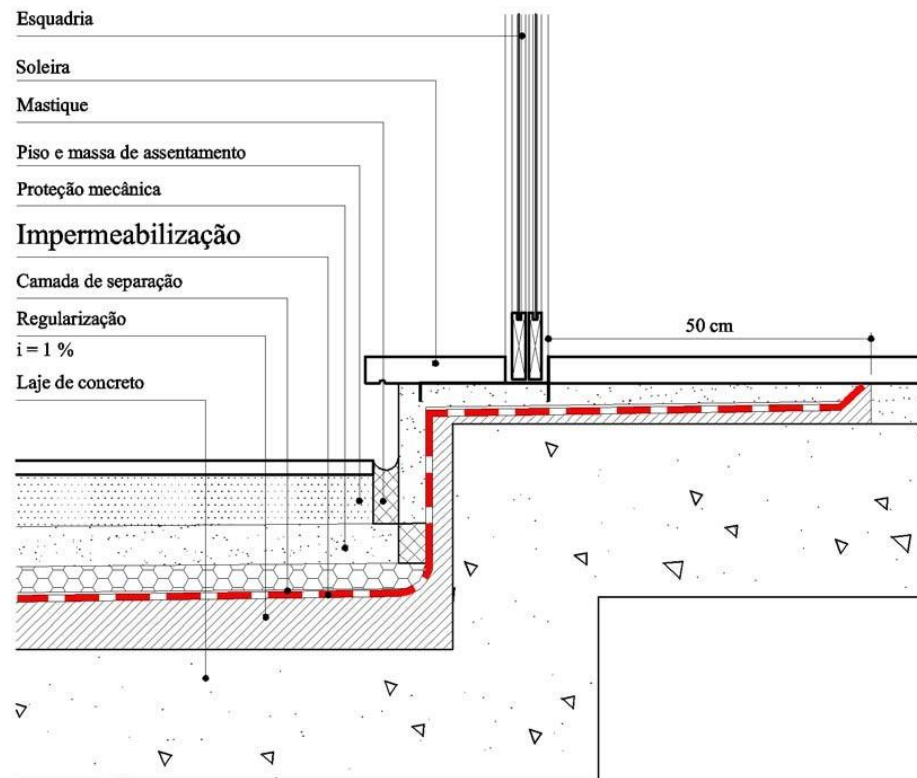


(fonte: CRUZ, 2003)

A NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 13-14) afirma que deve ser previsto um encaixe para embutir a manta asfáltica em planos verticais a uma altura mínima de 20 cm do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir (figura 5). Em relação às arestas e cantos vivos, devem ser arredondados sempre que a impermeabilização assim requerer.

Normalmente esse tipo de encaixe e acabamento não é previsto em projetos arquitetônicos e estruturais, por isso, cabe à etapa de regularização do substrato resolver esse tipo de preparação para a ancoragem da manta asfáltica (PICCHI, 1986, p. 34).

Figura 6 - Detalhe da manta junto a soleiras e desnível do piso

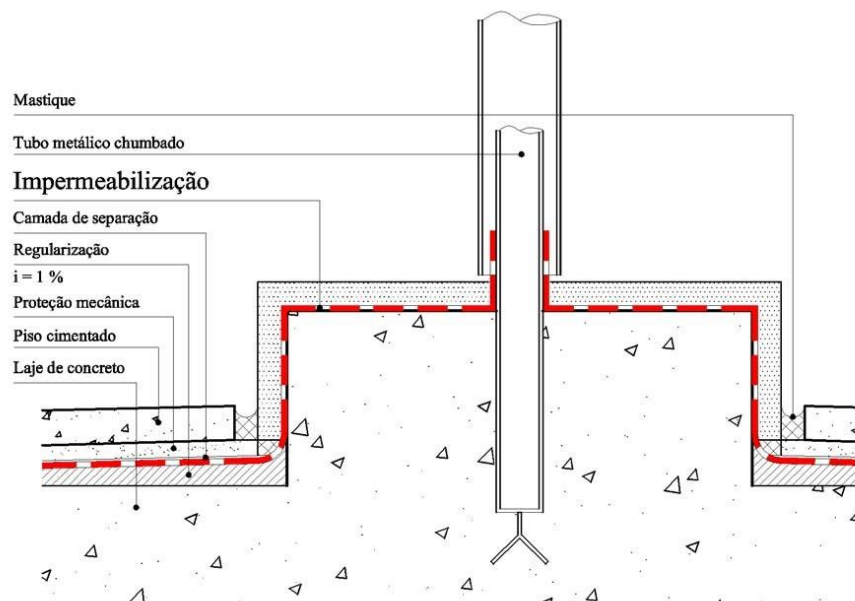


(fonte: CRUZ, 2003)

A execução de instalações deve merecer uma especial atenção no projeto de impermeabilização, necessitando de reforços específicos na passagem de tubulações no substrato (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 82-85).

De acordo com a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 13), toda a tubulação que atravesse a impermeabilização deve ser fixada na estrutura, além de possuir detalhes específicos de arremate e reforço da impermeabilização (figura 7). Já as tubulações que passam paralelamente sobre a laje devem ser executadas sobre a impermeabilização, e nunca sob ela.

Figura 7 – Detalhe de reforço da manta junto á instalações

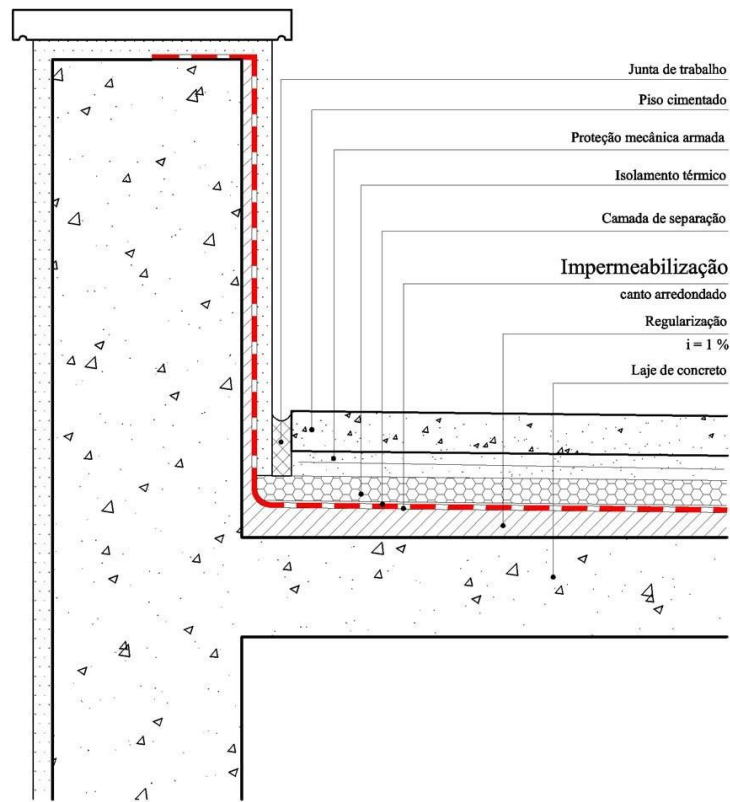


(fonte: CRUZ, 2003)

Para a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 14), as juntas de dilatação devem ser divisoras de água, com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento, e devendo ser previsto um detalhamento específico, principalmente em relação ao rebatimento de sua abertura na proteção mecânica e nos pisos superiores.

Nas juntas deve ser previsto um tratamento específico, utilizando selantes para tornar as juntas ou aberturas estanques á passagem de sólidos, líquidos ou gases. Os selantes podem ser divididos em pré-fabricados ou moldados no local (mastique). Como selantes pré-fabricados podem ser utilizados chapas galvanizadas, lâminas de cobre e mata-juntas de PVC. Já o mastique é um material de consistência pastosa, com grande capacidade de deformação, com características adequadas para obter estanqueidade á infiltrações (PICCHI, 1986, p. 59-61).

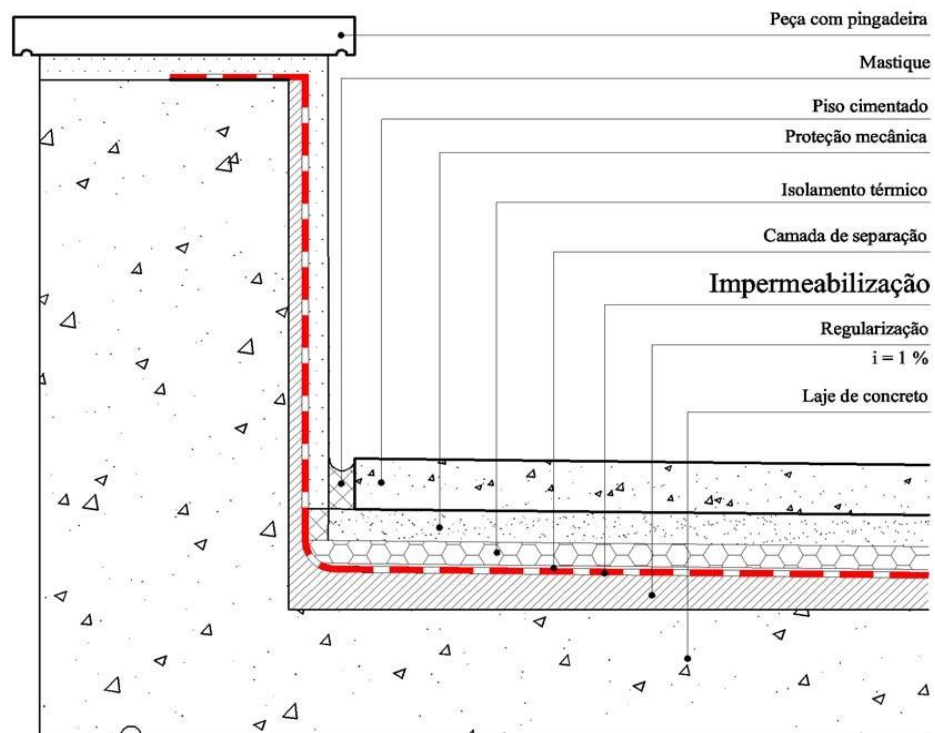
Figura 8 – Estanqueidade de juntas com aplicação de mastique



(fonte: CRUZ, 2003)

As pingadeiras devem ser previstas nos locais necessários, cabendo ao projetista definir os tipos a serem adotados. Normalmente é mais utilizado pingadeiras em muretas (figura 9), platibandas e parapeitos, a fim de impedir o escoamento de água nos planos verticais, evitando com que a mesma penetre no arremate de impermeabilização (CRUZ, 2003, p. 68).

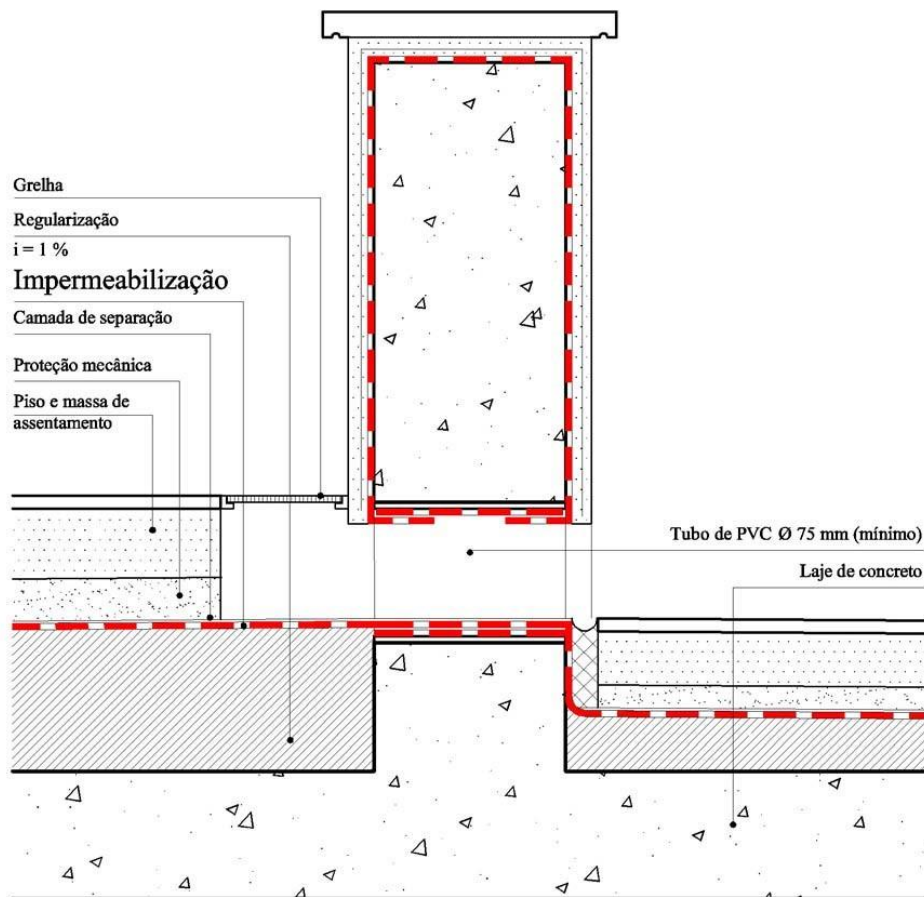
Figura 9 – Detalhe de pingadeira em mureta



(fonte: JULIO CRUZ, 2003)

Em vigas invertidas, devem ser previstas passagens de água que atravessem a estrutura, com um diâmetro mínimo de 75 mm, sem emendas e posicionadas no nível da argamassa de regularização, conforme a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 13) (figura 10).

Figura 10 – Detalhe de passagem de instalação junto a vigas



(fonte: JULIO CRUZ, 2003)

4 MANTAS ASFÁLTICAS

Segundo a NBR 9952 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007, p. 2), a manta asfáltica é considerada um produto cuja composição tenha o asfalto como elemento predominante, impermeável, pré-fabricado, obtido por processos industriais como calandragem ou extensão ou outros processos com características definidas.

Em virtude da sua facilidade na hora da execução, economia na mão de obra e no material, características de peso e espessura, e resistência especificada na fabricação, as mantas asfálticas conquistaram uma posição importante no mercado da construção civil (KLEIN, 2002, p. 26).

Segundo Cruz (2003, p. 44), as mantas asfálticas fazem parte de um sistema elástico industrializado mais recente, que surgiu basicamente por exigências de rapidez e economia na construção civil, sendo fornecidas em rolos com espessura e peso por metro quadrado específico.

No que diz respeito ao desempenho e as características da impermeabilização, Cunha e Neumann (1979, p. 28) afirmam que devem ser avaliadas algumas características para a especificação das mantas asfálticas:

- a) resistência ao envelhecimento;
- b) flexibilidade em baixas temperaturas;
- c) resistência ao ataque de micro-organismos;
- d) absorção de água e estanqueidade;
- e) resistência ao calor e ao escorrimento;
- f) resistência ao puncionamento dinâmico e estático.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DE MANTAS ASFÁLTICAS

De acordo com a NBR 9975 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 4-7), as impermeabilizações formadas de composição asfáltica podem ser divididas em:

- a) membrana de asfalto modificado sem adição de polímero;
- b) membrana de asfalto elastômero;
- c) membrana de emulsão asfáltica;
- d) membrana de asfalto elastômero, em solução;
- e) manta asfáltica.

Os sistemas pré-fabricados (mantas impermeáveis) são mais recentes que os moldados no local, e surgiram basicamente por exigências de rapidez e economia de mão-de-obra. As variações na especificação de mantas asfálticas são relacionadas quanto ao tipo de asfalto e polímeros utilizados, espessura da manta, técnicas de aderência, material de recobrimento e tipo de armadura (PICCHI, 1986, p. 129).

4.1.1 Classificação quanto à armadura

Cunha e Neumann (1979, p. 31) afirmam que as mantas asfálticas podem ser classificadas em função do material que forma a armadura do produto, sendo especificadas em função do desempenho, custo, e rapidez e facilidade de execução. Os tipos de armadura de mantas asfálticas são:

- a) filme de polietileno;
- b) filme de poliéster;
- c) feltro de poliéster;
- d) véu de fibra de vidro;
- e) filme de PVC.

Pela experiência de Cunha e Neumann (1979, p. 31), as mantas armadas com filme de polietileno oferecem um menor custo para um bom desempenho, porém sua colocação requer

uma mão-de-obra especializada, pois em mãos inexperientes o produto pode ser facilmente danificado.

Para Cruz (2003, p. 46-47), as mantas com filme de polietileno podem ser consideradas termoplásticas, pois não se opõe às forças de tração e à movimentação dos elementos construtivos, podendo ser aplicadas em pequenas fissuras das estruturas, vedando-as e impermeabilizando-as.

As mantas armadas com filme de poliéster possuem um custo mais elevado em relação às mantas com polietileno, porém possuem a vantagem de ser mais resistente a perfuração, resistindo às raízes de plantas que perfuram outros tipos de mantas. Graças a isso, esse tipo de material é muito recomendado na impermeabilização de floreiras e reservatórios executados junto ao solo, além de também serem indicadas em locais que possuem um menor índice de agressividade biológica (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 31).

As mantas armadas com feltro de poliéster ganharam adeptos devido a sua excelente qualidade e facilidade na aplicação, possuindo boa resistência ao puncionamento e não sendo danificadas com facilidade. São muito indicadas para utilização em caixas d'água, piscinas e planos verticais, possuindo grande capacidade de resistência em altas temperaturas (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 32).

Cunha e Neumann (1979, p. 32) afirmam que existem poucas ocasiões onde se podem especificar as mantas armadas com véu de fibra de vidro, pelo fato de não existirem características que justifiquem seu custo. É considerado um revestimento estável, e aplicável em ambientes onde as solicitações não são extremas.

O filme de PVC tem seus adeptos graças a sua boa resistência mecânica e resistência ao envelhecimento, porém deve se tomar cuidado com a associação do asfalto junto ao PVC. Deve ser sempre indicado um PVC especial na fabricação, pois, com um material comum e sem as características adequadas, está sujeito ao fracasso todo o sistema de impermeabilização (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 32).

4.1.2 Classificação quanto à composição de polímeros

Segundo Klein (2002, p. 23), é a adição de polímeros junto ao asfalto que geram as características necessárias para a implantação de mantas asfálticas, sendo esse balanceamento entre asfalto e polímeros o grande responsável pelo desempenho da tecnologia impermeabilizante. Os principais compostos empregados são plastoméricos (APP, Polipropileno Atático) e elastoméricos (SBS, Estireno-Butadieno-Estireno).

- a) APP: possui muito boa resistência a altas temperaturas e incidência dos raios ultravioletas, além de uma boa flexibilidade a frio. Entre as suas desvantagens estão o fato dessa manta não possuir elasticidade e possuir pouca resistência à fadiga;
- b) SBS: sua maior vantagem é o fato de ser flexível em altas e baixas temperaturas, possuir grande elasticidade e resistência à fadiga. Porém não possui muita resistência a ataques ultravioletas.

4.1.3 Classificação quanto ao acabamento superficial

Klein (2002, p. 23) também classifica as mantas asfálticas em relação ao seu acabamento superficial. Tanto o acabamento em AP (areia/polietileno, sendo o polietileno na face de colagem) e o acabamento em PP (polietileno/polietileno) são utilizados em áreas externas, necessitando de proteção mecânica para trânsito em geral.

Existem também as mantas auto protegidas, indicadas como sistemas impermeabilizantes com acabamento final, sem a necessidade de camada argamassada de proteção mecânica. Esse tipo de manta pode ser especificada com um agregado mineral (ardósia) ou uma face superior de alumínio, sendo muito utilizadas em áreas de coberturas não transitáveis com inclinações não superiores a 30%, sendo recomendadas para estruturas de pequenas deformações (KLEIN, 2002, p. 23).

4.1.4 Classificação quanto à aderência ao substrato

Os sistemas de impermeabilização com mantas podem ser classificados de acordo com os seus métodos de aplicação no substrato a ser impermeabilizado. Para Cunha e Neumann (1979, p. 29), esses métodos de aplicação são divididos em:

- a) aderido;
- b) semi-aderido;
- c) flutuante.

Para Klein (2002, p. 21) e Cunha e Neumann (1979, p. 30), as mantas aderidas são as totalmente fixadas no substrato, podendo ser aderidas pelo processo CAQ (colagem com asfalto quente) ou pelo método CMG (colagem com maçarico a gás).

Segundo Klein (2002, p. 26), o asfalto empregado para o assentamento no processo de CAQ possui características autonivelantes, corrigindo irregularidades do substrato, além de ser utilizado como ponto de ligação entre a manta e base a ser impermeabilizada. Porém, esse processo pode ocasionar incidentes com uma mão-de-obra despreparada, além de ser necessário um número grande de funcionários trabalhando em conjunto, para aperfeiçoar e garantir a qualidade do serviço. Normalmente a manta empregada no processo de colagem com asfalto quente possui um acabamento de areia na face com o substrato.

O método CMG é considerado de rápida execução e econômico, dependendo apenas do tipo de proteção antiaderente utilizado na produção da manta. É normalmente implantado quando a manta for revestida por um filme de polietileno (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 30).

Klein (2002, p. 27) também atenta ao fato de o método CMG ser considerado mais limpo, além de poder ser executado com um número menor de funcionários em relação ao método CAQ. Contudo, o substrato necessita ser muito bem regularizado para assentar a manta utilizando maçarico a gás, além de precisar ser aplicado um primer asfáltico para melhor aderência da manta no local a ser impermeabilizado.

Segundo Cunha e Neumann (1979, p. 30-31), as mantas devem ser obrigatoriamente aderidas nas seguintes situações:

- a) mantas auto protegidas, que não levam pavimentação ou lastro pesado;
- b) mantas executadas em planos verticais;
- c) mantas executadas nos fundos de caixas d'água e piscinas.

De acordo com Klein (2002, p. 21), o método semi-aderido é a aderência parcial e localizada em alguns pontos, sendo esses pontos normalmente ralos, platibandas e junto a abertura de instalações.

O mesmo autor informa que no sistema flutuante a manta é totalmente desligada do substrato, sem qualquer promotor de aderência com a base. Essas mantas comportam-se como um envelopamento das estruturas, sendo normalmente utilizadas em superfícies planas e que sofrem grandes deformações.

Na opinião de Cunha e Neumann (1979, p. 26), o sistema flutuante é o mais correto e menos sujeito a problemas em relação ao sistema aderido. De acordo com os autores, os alongamentos se diluem em toda a extensão das mantas, e eliminam-se os pontos de esforço concentrado. Pelo fato das mantas serem feitas de material dúctil, após terem sido submetidas a um esforço, acabam se acomodando e entrando em estado de relaxamento, o que elimina as tensões, evitando assim o rompimento do material.

Picchi (1986, p. 36) atenta ao fato de existir uma polêmica no meio técnico em relação ao sistema flutuante. Segundo o autor, se por um lado o sistema flutuante possui a vantagem de distribuir melhor as movimentações da base a ser impermeabilizada, com isso reduzindo as tensões, por outro lado apresenta desvantagens em relação ao sistema aderente quanto à localização de falhas no material. Para o autor, no sistema flutuante, a água pode deslocar-se sob a impermeabilização, manifestando-se em um ponto distante do local da infiltração, sendo necessário muitas vezes a substituição ou recuperação de toda a impermeabilização.

Já para Cunha e Neumann (1979, p. 29-30), os opositores do sistema não aderido muitas vezes o condenam pelo fato de nele ser difícil a localização de eventuais pontos de infiltração. Porém as mantas no sistema aderido não são isentas de problemas na identificação de pontos de entrada de água, pois quando são aderidas a uma camada de argamassa regularizadora, geralmente não formam um corpo monolítico com a laje. A água pode infiltrar entre a argamassa e o concreto da estrutura, e assim o ponto de problema de estanqueidade não coincide com o ponto de entrada da água.

Existem divergências entre os autores em relação ao sistema mais adequado de impermeabilização no quesito de aderência no substrato, muito em função da possibilidade e facilidade de encontrar pontos de ocorrência de alguma patologia na manta asfáltica. Porém

de acordo com Picchi (1986, p. 36), no Brasil as construtoras e empreiteiras tem tido preferência no sistema aderido, acreditando que possui melhor possibilidade na localização de falhas no material.

4.2 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO COM MANTAS ASFÁLTICAS

Picchi (1986, p. 50) afirma que a especificação de mantas asfálticas não pode deixar margem de dúvida em projeto, uma vez que uma especificação muito aberta pode dar possibilidade à utilização de sistemas que não apresentam o desempenho desejado.

4.2.1 Planejamento e execução da manta asfáltica

Cunha e Neumann (1979, p. 90-99) afirmam que antes de iniciar o trabalho de execução das mantas asfálticas, o responsável pela execução do sistema de impermeabilização deve deter-se no planejamento da sequência de atividades que serão executadas, para que o trabalho obedeça a uma lógica técnica, sendo que os detalhes construtivos mais complexos ou de difícil solução devem ser resolvidos primeiro. De acordo com os autores, devem-se seguir as seguintes etapas para executar a impermeabilização por mantas asfálticas flutuantes:

- a) detalhes de arremates: as obras executadas com manta asfáltica devem ser iniciadas, após a preparação e regularização do substrato, pelo preparo dos cantos periféricos, e posteriormente nos pontos de escoamento ou entrada de água.

Segundo Cruz (2003, p. 80), no sistema flutuante de manta asfáltica, detalhes construtivos que são muito exigidos na impermeabilização são aderidos ao substrato, como é o caso de planos verticais, junto a tubulações e nos locais próximos aos ralos.

- b) colagem das mantas em planos verticais: o detalhe que exige maior atenção é a fixação da manta nos planos verticais, onde preferencialmente se utilizam adesivos para a colagem da manta.

De acordo com Cruz (2003, p. 79-80), primeiramente deve-se aplicar o adesivo líquido á base de asfalto e elastômero sobre a manta, derramando areia seca sobre o produto ainda fresco, deixando secar. Com a cura do produto, deve-se aplicar um chapisco com massa consistente, somado a um revestimento de argamassa de areia e cimento, armado com tela metálica fixada com pinos de aço, evitando assim o desprendimento da manta e a fissuração da argamassa.

- c) emendas das mantas asfálticas: as mantas são emendadas por sobreposição e aplicação de calor com o maçarico a gás (GLP), tendo que haver uma sobreposição mínima de 10 cm.
- d) juntas de dilatação: na abertura da junta é recomendável a colocação de um material compressível com características elásticas, como o poliestireno expandido. Após isso, deve-se transpor a junta com uma faixa de manta aderida à base, para após inserir um mastique junto à bolsa criada pelo pedaço de manta, para com isso não oferecer resistência ao movimento da junta. Para finalizar o processo, deve-se aderir mais uma camada de manta no sistema (CRUZ, 2003, p. 82).

5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM MANTAS ASFÁLTICAS

A maior parte dos danos apresentados em impermeabilizações é do tipo evolutivo, podendo suceder que, num prazo curto, a impermeabilização possa chegar a uma situação extremamente crítica. Os problemas apresentados em uma impermeabilização danificada que se pretende reparar ou reforçar podem ser vários e muito complexos, contudo o histórico da obra é fundamental para a solução das manifestações patológicas, conhecendo a data de execução da impermeabilização, quem foi o executor do serviço, conhecer a especificação do material utilizado, estar ciente dos detalhamentos do projeto, e dispor de dados referentes às sobrecargas a qual a impermeabilização sofreu (PINTO, 1996, p. 7-8).

5.1 DURABILIDADE DA IMPERMEABILIZAÇÃO

De acordo com Picchi (1986, p. 149), a expressão “durabilidade” está relacionada e é por vezes confundida com o termo “vida útil”. De acordo com o autor elas podem ser explicadas da seguinte forma:

- a) Durabilidade: capacidade de o material manter suas propriedades ao longo do tempo em condições normais de uso;
- b) Vida útil: é o tempo no qual as propriedades de um material permanecem acima de limites mínimos admissíveis, quando submetido aos serviços normais de manutenções.

A maioria dos casos das manifestações patológicas na impermeabilização deve-se a problemas de projeto e execução e não á deterioração dos materiais. A durabilidade dos materiais envolve o estudo das variações das propriedades da impermeabilização ao longo do tempo, em função de diversos agentes de deterioração. Já o estudo referente a falhas no sistema de impermeabilização está ligado às manifestações patológicas, suas causas, possíveis formas de evita-las e métodos de recuperá-la (CRUZ, 2003, p. 94-95).

5.2 FALHAS NA IMPERMEABILIZAÇÃO

Picchi (1986, p. 160-161) afirma que a patologia das edificações estuda as falhas que ocorrem nos diversos componentes ou sistemas da edificação, caracterizando as formas de manifestações e com o objetivo de identificar as causas. Um estudo discriminado e criterioso das impermeabilizações já executadas, levantamento de falhas mais frequentes e identificação das suas causas trazem diversos subsídios para o aperfeiçoamento das técnicas de execução e projeto de impermeabilização, além de informações sobre a durabilidade dos sistemas de impermeabilização.

Para Cruz (2003, p. 103), as principais manifestações patológicas que dizem respeito à impermeabilização se dividem em dois grupos:

- a) a infiltração de água, provocada por falha ou inexistência de impermeabilização;
- b) no processo construtivo, que podem provocar o rompimento ou degradação da impermeabilização.

5.2.1 Falhas devido ao projeto

De acordo com Klein (2002, p. 37), o sucesso de uma impermeabilização depende de uma série de detalhes técnicos. A maior parte dos problemas de estanqueidade localiza-se em pontos críticos e singularidades específicas de cada construção.

Para Picchi (1986, p. 163), as principais causas de manifestações em impermeabilizações se tratando de projetos são:

- a) ausência do projeto em si;
- b) especificação inadequada dos materiais;
- c) problemas de dimensionamento;
- d) pela previsão de coletores de água insuficientes;
- e) interferência de outros projetos na impermeabilização;
- f) pela falta de previsão de desnível junto à soleira;
- g) pela inexistência em projeto de caimentos para os coletores pluviais;
- h) pela ausência de isolamento térmico.

5.2.2 Falhas no processo de execução

Esses tipos de danos causados por aplicadores e operários, para Klein (2002, p. 38-39), estão relacionados com:

- a) falta de argamassa regularizadora e limpeza no substrato, ocasionado perfurações de mantas;
- b) não arredondamento de arestas e cantos;
- c) execução da impermeabilização sobre uma base úmida, podendo comprometer a aderência e gerar bolhas, que ocasionarão descolamentos e rupturas da impermeabilização;
- d) execução da impermeabilização sobre um substrato empoeirado, comprometendo a aderência;
- e) uso de camadas muito espessas na aplicação de emulsão asfáltica, dificultando a cura do material;
- f) falhas em emendas, devido a um transpasse insuficiente;
- g) perfuração de mantas pela ação de sapatos com areia, e o trânsito em geral de pessoas e materiais em cima de mantas sem proteção.

Para Cruz (2003, p. 96), fatores como o excesso de peso de materiais na impermeabilização, perfuração da impermeabilização sem qualquer reparo (na execução de piscinas, antenas, deques e varais), na troca de material de revestimento e falha na mão de obra em geral na execução, são aspectos determinantes para o surgimento de uma patologia na impermeabilização.

5.2.3 Falhas devido á qualidade dos materiais

De acordo com Picchi (1986, p. 163), as falhas devido à qualidade dos materiais estão relacionadas com:

- a) materiais não normalizados, de propriedades inadequadas;
- b) materiais adulterados e fora da validade;
- c) ausência no controle de qualidade;
- d) materiais adulterados pelo fornecedor e/ou aplicador.

5.2.4 Falhas decorrente da má utilização e/ou manutenção

Os defeitos devido à má utilização e manutenção são relacionados com o usuário da edificação. Klein (2002, p. 39) afirma que os fatores principais que originam esse tipo de manifestações patológicas são:

- a) danos causados na obra em função da colocação de pesos excessivos (entulho, equipamentos, veículos) sobre a impermeabilização;
- b) perfuração devido à instalação de materiais que penetrem no revestimento e no sistema de impermeabilização;
- c) troca de pisos;
- d) instalação de floreiras em locais que não possuam resistência para suportar a penetração de água exigida;
- e) colocação de camada de brita em coberturas com o objetivo de efetuar-se uma correção no isolamento térmico, que, no entanto, pode ocasionar fissuras devido à sobrecarga na laje.

5.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Neste capítulo serão abordados alguns exemplos de manifestações patológicas na impermeabilização por mantas asfálticas aderidas, com o auxílio de imagens que visam apenas tornar mais clara a compreensão dos problemas gerados pela falta de projeto e má execução na utilização dos materiais de impermeabilização.

Figura 11 – Infiltração junto á tubulação de incêndio



(fonte: elaborada pelo autor)

Na figura 11, há um caso de infiltração decorrente da deficiência na vedação da manta asfáltica junto à tubulação na laje pavimento superior, ocorrendo manchas e escoamento de água no andar inferior. Como já foi explicado, o método mais adequado para evitar este caso patológico seria uma melhor ancoragem da tubulação no substrato, somada a união da manta asfáltica com a tubulação até uma altura que consiga evitar a penetração de água.

Figura 12 – Problema na vedação do ralo



(fonte: elabora pelo autor)

Na figura 12 também há a ocorrência de um problema patológico no detalhamento de instalações, porém neste caso, além da ineficiência do chumbamento, houve a perfuração da manta com os fixadores da caixa hidráulica. Como se trata de uma laje nervurada, a espessura tende a ser inferior a uma laje de concreto convencional, ocasionando essa infiltração também por problemas de projeto e na especificação de materiais.

Figura 13 – Problema de transpasse em manta asfáltica



(fonte: KLEIN, 2002)

Já a figura 13, para Klein (2003, p. 41), mostra um problema na execução na região central por insuficiência de transpasse, tendo como consequência a infiltração no teto do cômodo inferior, comprometendo o aspecto estético e podendo ocasionar o início de corrosão das armaduras da estrutura, prejudicando a habitabilidade.

Segundo a NBR 9952 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007, p. 4), para uma boa execução da manta asfáltica, as emendas devem possuir sobreposição mínima de 100 mm nos sentidos longitudinal e transversal.

Figura 14 – Manta asfáltica liberada para tráfego sem a proteção mecânica



(fonte: elaborada pelo autor)

A figura 14 mostra um caso gravíssimo com grande probabilidade de causar manifestação patológica na área impermeabilizada. Por problemas de logística de material, planejamento da obra e pagamento de empreiteiro, a manta asfáltica executada em uma cobertura detalhada na imagem foi liberada para tráfego de funcionários, visando à conclusão de outras atividades no local. Apesar dos problemas já citados que ocasionaram essa decisão, a manta asfáltica foi totalmente comprometida, necessitando a substituição do sistema por completo.

Figura 15 – Retrabalho devido à falta de engaste da manta no interior do ralo



(fonte: elaborada pelo autor)

Por problemas de execução da manta asfáltica, na figura 15 necessitou-se retirar o piso, a proteção mecânica e manta asfáltica deficiente para executar corretamente o engaste da manta na tubulação, para que a água não venha a se infiltrar abaixo da impermeabilização ou escorrer dentro da peça. Neste caso, além de ter gerado patologias na manta, necessitou-se de um retrabalho nos materiais de acabamento e de proteção, gerando um custo a mais na execução da obra.

Figura 16 – Descolamento da pintura devido a infiltração



(fonte: elaborado pelo autor)

Neste caso (figura 16) há um descolamento da pintura na parte inferior da última laje, devido ao desprendimento da manta asfáltica na cobertura, executada sem nenhum tipo de proteção mecânica e isolamento térmico.

Figura 17 – Problema no rodapé junto à marquise



(fonte: elaborado pelo autor)

A figura 17 ilustra um caso onde o acabamento da manta junto ao rodapé na marquise da área externa foi ineficiente, ocasionando a infiltração de água pela fachada, percolando pela alvenaria, e empoçando a garagem do segundo pavimento, que, como é uma área fechada, o projetista não designou nenhum tipo de impermeabilização.

Figura 18 – Detalhe de soleira



(fonte: KLEIN, 2002)

A figura 18 apresenta um erro de projeto na qual se pode observar: a) desnível insuficiente entre a área coberta e a descoberta; b) encaixe inferior a 50 cm na parte coberta, para a impermeabilização (KLEIN, 2002, p. 43).

6 METODOLOGIA PARA O LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

O presente trabalho possui o objetivo de levantar e avaliar os principais problemas relacionados à impermeabilização executada com mantas asfálticas na região da Grande Porto Alegre, do ponto de vista da percepção de projetistas e aplicadores de impermeabilização. Portanto, realizou-se um levantamento através de informações coletadas junto a responsáveis técnicos de empresas de impermeabilização e projetistas de impermeabilização que atuam na região de Porto Alegre e arredores.

Inicialmente desenvolveu-se um questionário padrão (Apêndice A), onde se abordam os principais aspectos relacionados a técnicas construtivas e falhas em impermeabilizações com mantas asfálticas. Foi enviado por e-mail para as empresas, com base em contatos que o autor possuía, em contato com empresas que executavam serviços em empreendimentos que colegas do autor trabalhassem, ou mesmo por contatos de empresas e projetistas encontrados pela internet que se encaixassem no perfil da pesquisa.

6.1 UNIDADES DE ANÁLISE

Para determinar a amostra, verificaram-se as empresas cadastradas de execução de impermeabilização e projetistas. Essas empresas podem ser de grande ou pequeno porte, com distintos tempos de atuação no mercado da construção civil, podendo trabalhar apenas com mantas asfálticas ou com sistemas distintos de impermeabilização.

Cada questionário representa uma empresa, uma única unidade em análise. Para executar a pesquisa, e compor a amostra, foram selecionadas 10 empresas que atuassem na área de impermeabilização de edificações, para ser aplicado posteriormente o questionário. Obteve-se um total de 10 respostas das 26 empresas contatadas, gerando uma amostra de percentual de respostas de 38% das empresas.

6.2 QUESTIONÁRIO PADRÃO

O questionário, utilizado como ferramenta da pesquisa, foi elaborado reunindo aspectos principais da revisão bibliográfica (com enfoque maior na NBR 9575:2010), parâmetros técnicos na execução de uma impermeabilização com manta asfáltica, e algumas particularidades baseadas na experiência e observações do autor, com o auxílio da professora orientadora e está apresentado na íntegra no Apêndice A.

O questionário, para garantir melhor entendimento das perguntas e organização das repostas, foi estruturado em cinco grupos de questões:

1. identificação do responsável pelas informações;
2. projetos de impermeabilização;
3. mantas asfálticas;
4. detalhes construtivos da impermeabilização;
5. manifestações patológicas.

Para executar a pesquisa foram necessários distintos meios de análise e avaliação dos tópicos abordados. Com isso, elaboraram-se quatro tipos diferentes de perguntas:

- a) questão de Múltipla Escolha, onde o entrevistado opta por apenas uma alternativa dentre as propostas;
- b) questão Dissertativa, onde o entrevistado expõe seu conhecimento sobre o tópico abordado;
- c) questão de Estipular, onde o entrevistado estima a incidência de determinados parâmetros em método de porcentagem;
- d) questão Avaliativa, onde o entrevistado avalia os parâmetros abordados, com base em sua percepção e experiência, com uma nota de 5 a 1, onde:

Quadro 1 – Avaliação de Parâmetros

Nota	Parâmetro em análise
5	Principal; de importância máxima
4	De grande importância
3	De média importância
2	De baixa importância
1	Mínima importância ou praticamente nula

(fonte: elaborado pelo autor)

6.2.1 Responsável pelas Informações

O primeiro tópico do questionário visa, basicamente, a identificação do entrevistado antes de começar a responder os questionamentos. São pedidas informações como a profissão do respondente, a empresa na qual está representando, o cargo ou função que executa nessa empresa, e há quanto tempo à empresa atua no mercado de impermeabilização em construções civis.

O objetivo dessas questões é avaliar se o candidato é apto a responder o questionário, possuindo embasamento técnico e conhecimento no assunto em questão, podendo suas respostas ser utilizadas como unidades de análise na pesquisa. São aptos a responder a pesquisa aqueles profissionais que executam algum cargo técnico em empresas que atuem em impermeabilização, possuam alguma formação na área da construção (engenheiros civis, técnicos de edificação, entre outros), ou até mesmo o responsável pela gestão da empresa (empreiteiro).

6.2.2 Projeto de Impermeabilização

Nesse ponto, o questionário está focado em averiguar de que maneira e com qual incidência são implementados os projetos de impermeabilização na Região da Grande Porto Alegre, avaliando indicadores que dificultam a implantação de projetos do tipo na região, problemas que ocorrem na execução da impermeabilização sem um projeto específico, e avaliação dos motivos que levam as construtoras a utilizarem um projeto de impermeabilização.

6.2.3 Mantas asfálticas

Este tópico aborda questões que definem a opinião do entrevistado num âmbito mais geral relacionado a técnicas construtivas e as mantas asfálticas propriamente ditas. São apresentadas, principalmente, questões que envolvem o modo de fixação das mantas asfálticas nos substratos: quais técnicas são mais utilizadas no mercado da construção civil da Grande Porto Alegre; parâmetros a serem adotados na especificação de uma manta asfáltica; relação dos métodos de fixação ao substrato da manta com a incidência de manifestações patológicas.

6.2.4 Detalhes Construtivos de Impermeabilização

Nesse grupo de questões são abordados parâmetros que caracterizam projetos de impermeabilização de uma maneira específica, focando em detalhes construtivos específicos utilizados na execução de impermeabilizações com mantas asfálticas. O questionário, nessa parte, focou em abordar métodos técnicos de grande importância apontados em norma, averiguando o grau de importância, incidência de aparecimento de manifestações nesses detalhes, e problemas de compatibilização desses detalhes com outros projetos (arquitetônico, estrutural, elétrico, hidráulico).

6.2.5 Manifestações Patológicas

Essa parte final do questionário busca identificar as principais manifestações patológicas que ocorrem na região da Grande Porto Alegre, avaliando os principais motivos que levam ao surgimento de manifestações patológicas em Porto Alegre e arredores, qualificando as principais causas, para assim diagnosticar a incidência dessas manifestações em impermeabilização com mantas asfálticas. Também é avaliada a ocorrência dos outros serviços que são afetados por problemas na impermeabilização, e providências que tanto a construtora quanto a empresa de impermeabilização podem tomar para reduzir o surgimento de manifestações patológicas.

6.3 PANORAMA CONSTRUTIVO

Para avaliar o panorama construtivo na execução de impermeabilizações especificadas com mantas asfálticas na região da Grande Porto Alegre, foram analisadas as respostas obtidas no questionário. Foram avaliados parâmetros como a maior utilização de projetos e técnicas na execução de uma impermeabilização, quais os métodos construtivos mais utilizados e de maior importância na execução de uma manta, e qual a incidência de determinadas causas de manifestações patológicas no sistema de impermeabilização. As porcentagens de utilização e incidência de projetos, técnicas e manifestações, abordados no questionário, estão indicadas nos resultados no Capítulo 7. Algumas considerações utilizadas estão colocadas juntamente com os resultados.

6.4 MÉTODO DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

Pelo fato do questionário possuir distintos métodos de avaliação e questionamentos, optou-se por analisar as questões de duas maneiras:

- uma maneira na qual pudessem se estabelecer uma relação de frequência em todos os quesitos, diagnosticando todos os resultados na forma de porcentagem (%);
- um método avaliativo, onde os parâmetros recebem uma nota de maior importância e/ou incidência.

6.4.1 Análise por porcentagem

Nas questões de múltipla escolha, pelo fato de se obter uma única resposta em uma determinada pergunta em cada questionário, utilizaram-se todas as repostas como a amostra total. Para obter a incidência de cada parâmetro, baseou-se no número de vezes que esse parâmetro foi selecionado pelos entrevistados, e relacionou-se esse número com a amostra total, obtendo-se a frequência desse respectivo parâmetro.

Em questões dissertativas, avaliou-se simplesmente a repetição na utilização de determinadas respostas, examinando assim sua incidência, e sistematizando problemas ou técnicas que foram obtidas com base nos resultados dos entrevistados.

No caso das questões onde cada candidato já estipulava uma porcentagem para cada dado abordado, empregou-se que cada frequência estabelecida pelos entrevistados para um determinado parâmetro fazia parte de uma amostra. Para empregar a incidência geral do parâmetro, utilizou-se uma média aritmética na amostra, obtendo assim o resultado desejado da frequência de cada dado na pesquisa.

6.4.2 Análise por peso

Em questões onde o entrevistado deu um peso para os parâmetros determinados pelo autor, utilizou-se um método onde as notas obtidas para cada parâmetro fossem avaliadas em função

da incidência ou importância para a questão abordada. Os valores foram classificados da seguinte forma:

- a) parâmetros avaliados com nota 5 ou 4: Parâmetro de grande importância/incidência;
- b) parâmetros avaliados com nota 3: Parâmetro de média importância/incidência;
- c) parâmetros avaliados com nota 2 ou 1: Parâmetro de baixa importância/incidência.

Com isso, obteve-se a frequência que avalia a importância ou incidência de cada alternativa proposta na pesquisa, avaliando o seu grau de representatividade na amostra.

7 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos na pesquisa e feitas algumas análises. Esta apresentação é subdividida em itens que descrevem o panorama das manifestações patológicas e técnicas construtivas, relacionadas a mantas asfálticas, na região da Grande Porto Alegre.

7.1 ANÁLISE DA AMOSTRA

Uma vez terminada a coleta de dados do trabalho com as empresas e profissionais que demonstraram interesse em participar da pesquisa e responder ao questionário, acerca dos problemas e cuidados com a impermeabilização especificada com manta asfáltica, iniciou-se a análise dos resultados.

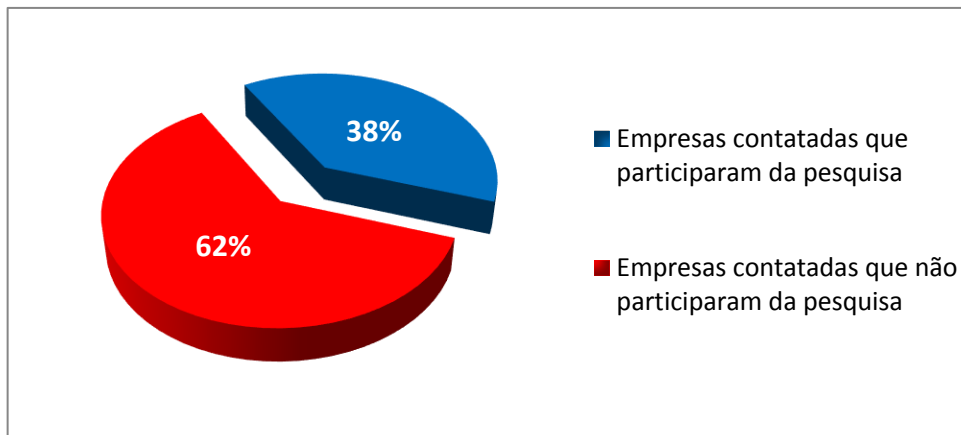
7.1.1 Taxa de Retorno de respostas

Os questionários foram enviados inicialmente por e-mail no dia 14/10 para 26 empresas de impermeabilização, que foram pré-selecionadas pelo autor, com base nas características e na sua atuação de mercado, averiguando se possuíam os requisitos necessários para fazerem parte da pesquisa. Verificou-se que uma taxa de retorno inicial baixa, com 2 respostas do questionário até o dia 20/10, como uma taxa de retorno inicial inferior a 10%.

A partir do dia 21/10 alterou-se a abordagem a empresas, optando-se por contatá-las por telefone, para posteriormente serem repassados os questionários. Das 26 empresas inicialmente selecionadas, 17 foram contatadas, com 9 empresas demonstrando interesse em participar da pesquisa. Até o dia 01/11 foram recebidos mais 8 questionários preenchidos, 4 por intermédio da solicitação por telefone, 2 questionários sendo enviados devido a solicitação inicial por e-mail, e 2 questionários preenchidos após contatos de colegas do autor com empresas que executassem serviço na obra desses terceiros.

Obteve-se um total de 10 questionários preenchidos das 26 empresas contatadas até o final da pesquisa, obtendo-se uma taxa de retorno de 38%, entre os dias 14/10 e 01/11.

Figura 19 – Taxa de Retorno de respostas das empresas

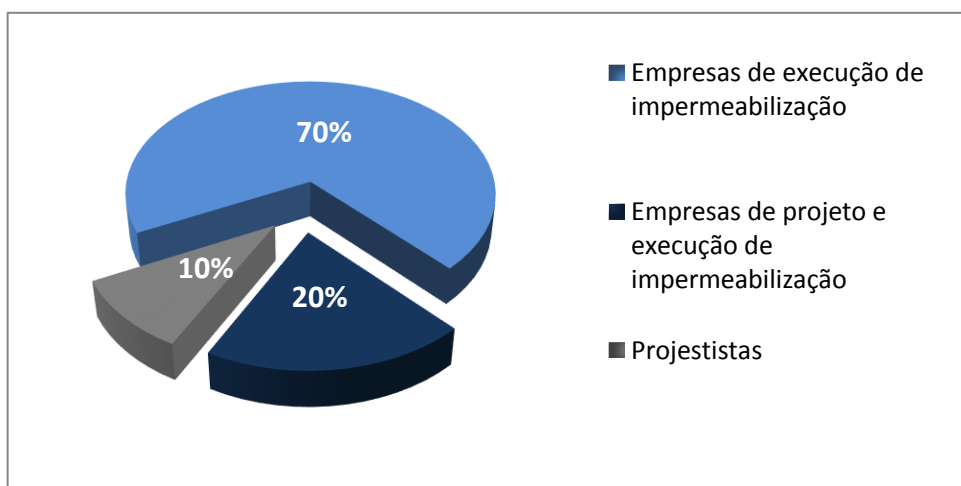


(fonte: elaborado pelo autor)

7.1.2 Caracterização da Amostra

Amostra é composta por 10 empresas distintas, onde: 7 são empresas apenas de execução, e 2 são empresas tanto de execução quanto de projeto de impermeabilização; uma unidade da amostra é um projetista. A figura 20 indica o percentual do tipo de empresas/profissionais que responderam o questionário.

Figura 20 – Classificação das empresas quanto ao serviço fornecido

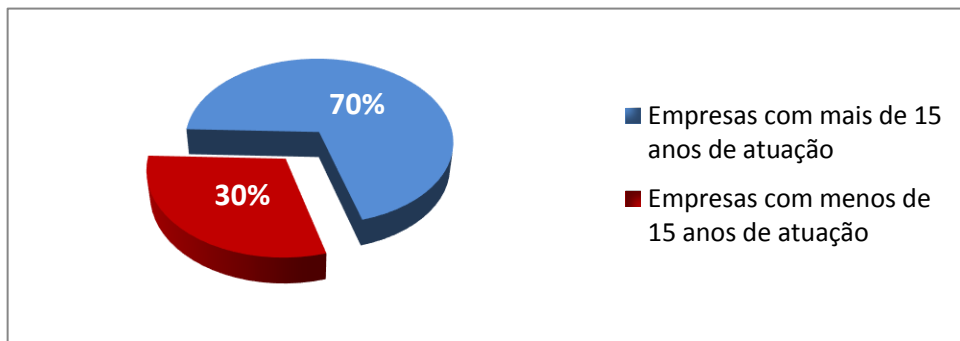


(fonte: elaborado pelo autor)

Quanto ao tempo de atuação das empresas no meio da construção na região da Grande Porto Alegre, a amostra foi dividida em empresas com mais de 15 anos de atuação no mercado, e

empresas com menos de 15 anos de atuação em serviços relacionados com a impermeabilização de edificações. Como pode ser visto na figura 21, a maioria das empresas que participaram da pesquisa possuíam uma relativa experiência no assunto.

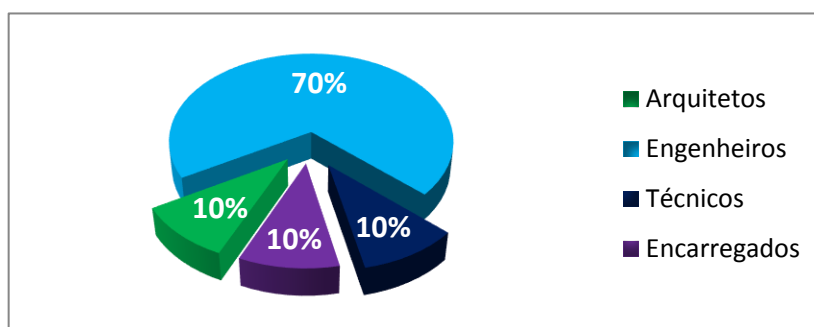
Figura 21 – Classificação das Empresas quanto ao seu tempo de atuação no mercado



(fonte: elaborado pelo autor)

Por fim, os questionários só poderiam ser preenchidos por algum responsável técnico na empresa entrevistada. Com isso, as unidades da amostra foram separadas em relação à profissão do responsável por preencher o questionário. Os entrevistados pelo preenchimento e fornecimento de dados para a pesquisa foram engenheiros, arquitetos, técnicos, ou encarregados das empresas da amostra. Observa-se na figura 22 que a maior parte dos entrevistados era de Engenheiros.

Figura 22 – Classificação dos responsáveis pelo preenchimento do questionário



(fonte: elaborado pelo autor)

7.2 PANORAMA CONSTRUTIVO

Esse subcapítulo descreve as distribuições e características dos parâmetros analisados na pesquisa, observados nos questionários das empresas da amostra. Está subdividido em cinco itens, que separam os resultados em categorias, para melhor compreensão dos dados.

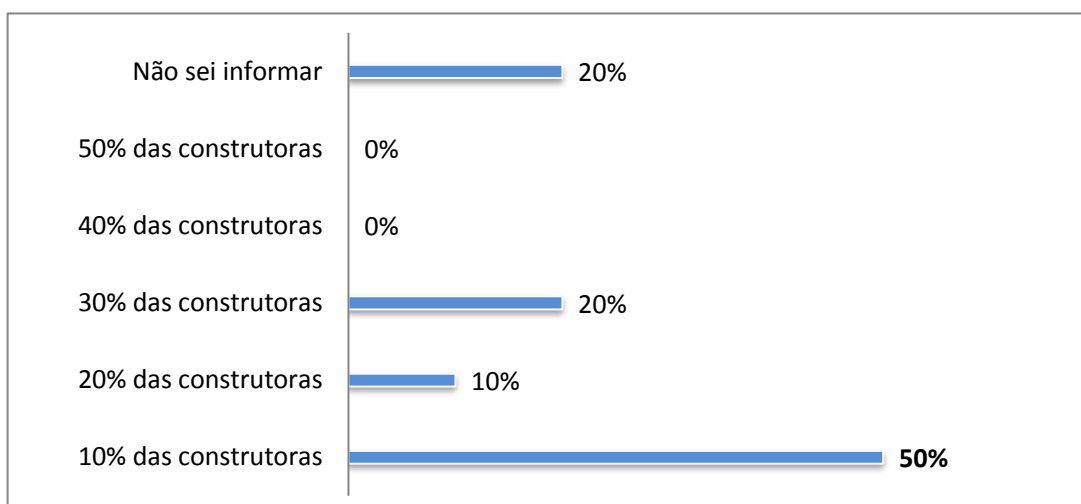
7.2.1 Projeto de Impermeabilização

Um projeto de impermeabilização tem como finalidade traçar as condições necessárias para uma concepção adequada no desenvolvimento de um sistema de impermeabilização, sendo que a ausência do mesmo é um dos fatores principais que podem gerar a ineficácia de uma impermeabilização, podendo comprometer todo um sistema construtivo.

7.2.1.1 Elaboração do Projeto

Pelo fato do projeto de impermeabilização possuir grande importância para a redução de manifestações patológicas em um empreendimento, foi analisada a incidência, na visão dos entrevistados, de quais construtoras na Região da Grande Porto Alegre utilizam projeto de impermeabilização no desenvolvimento de suas obras. A figura 23 mostra essa distribuição em porcentagens aproximadas.

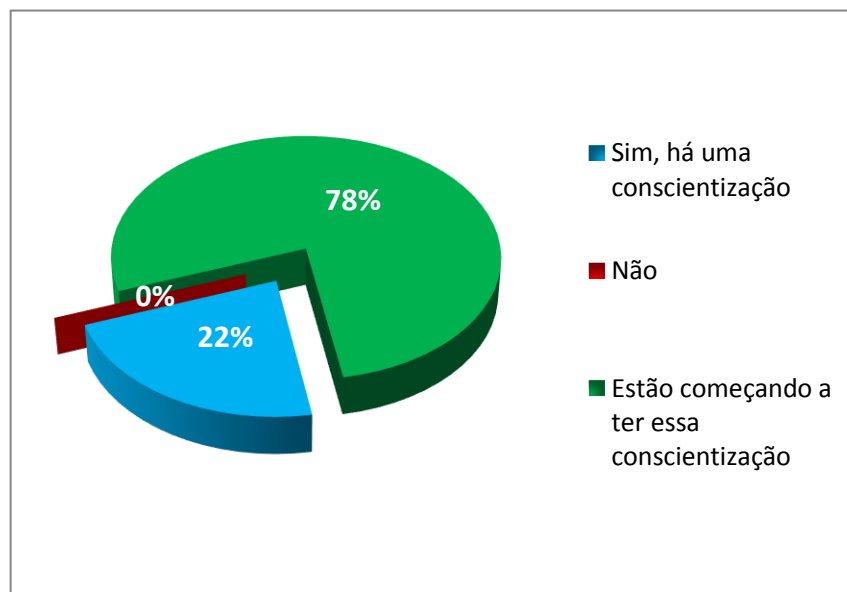
Figura 23 – Percepção do entrevistado quanto à utilização de um Projeto de Impermeabilização por parte das construtoras



(fonte: elaborado pelo autor)

Klein (2002, p. 82) constatou que 87,5% das empresas prestadores de serviço de impermeabilização entrevistadas em sua pesquisa consideravam que apenas 10% das construtoras da Região de Porto Alegre utilizavam um projeto de impermeabilização. Apesar de também ser constatada na pesquisa que a incidência de maior resultado foi de que 10% das construtoras utilizam projeto de impermeabilização (50%), pode-se considerar um aumento quando comparado com a pesquisa de 2002, tendo em vista uma maior distribuição nos percentuais de utilização de projeto de impermeabilização, ficando essa utilização no intervalo de 10% a 30% das construtoras de região. Esse aumento pode ser decorrente de uma maior conscientização das construtoras em relação à importância da etapa de impermeabilização, com o objetivo de cumprir a Norma de Desempenho. A figura 24 mostra o panorama da visão das empresas entrevistadas possuem em relação a maior preocupação das construtoras em no processo de impermeabilização.

Figura 24 – Percentual de respostas de qual é a conscientização das construtoras quanto à importância da impermeabilização



(fonte: elaborado pelo autor)

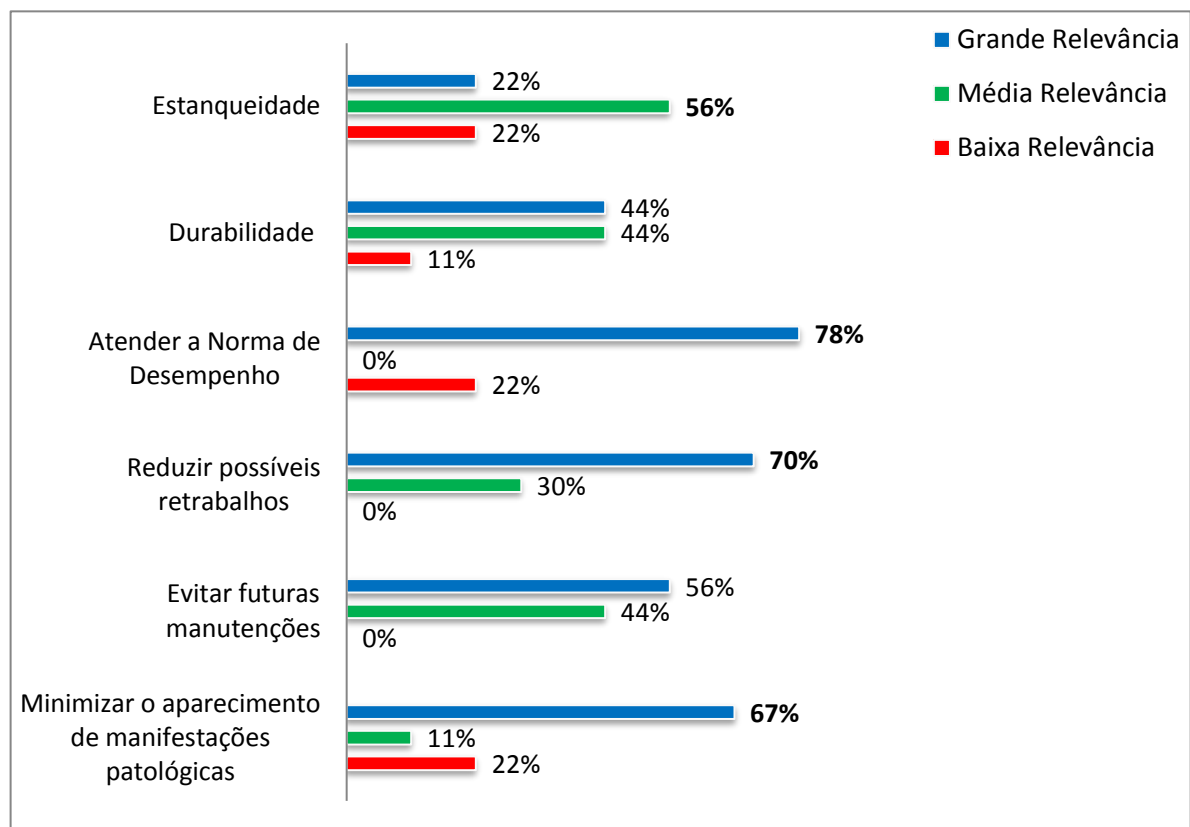
Com base na análise da figura 24, constata-se que a mentalidade das empresas de construção civil está evoluindo no que diz respeito à importância de um sistema de impermeabilização. Esse pensamento também pode ser comprovado pelo fato de nenhuma das empresas de impermeabilização ter afirmado que há um descaso das construtoras quando o assunto é a

conscientização da importância da impermeabilização. Porém, apesar da maioria dos entrevistados acharem que a conscientização quanto à importância da impermeabilização está em desenvolvimento na ideologia das empresas de construção da Grande Porto Alegre (78%), isso não se comprova com base na figura 23, pois o número de empresas que utilizam um projeto de impermeabilização é muito reduzido na região analisada.

Para Cruz (2003, p. 12), muitas construtoras já encaravam há 13 anos a impermeabilização como um serviço especializado, compreendendo a importância do projeto e dos detalhes em uma impermeabilização, principalmente devido após experiências no passado com problemas em empreendimentos anteriores.

Avaliou-se na pesquisa os principais motivos que levam as construtoras a utilizar um projeto de impermeabilização.

Figura 25 - Percentual de respostas de quais são os motivos que levam as construtoras a utilizar um projeto de impermeabilização

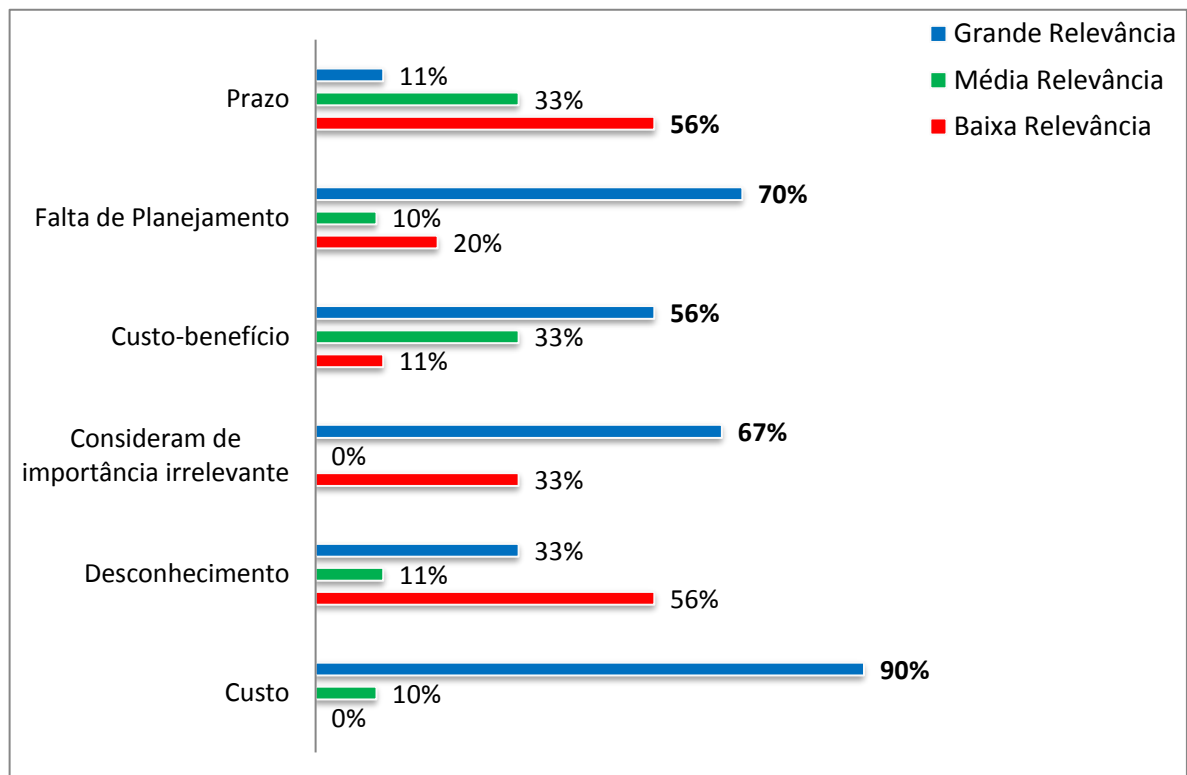


(fonte: elaborado pelo autor)

À exceção do fator “Estanqueidade”, que foi considerado de média importância e que podem ser incluído como um fator relacionado com “Atender a Norma de Desempenho”, todos os outros parâmetros abordados na questão foram considerados de alta relevância como motivos que fazem com que as construtoras implantem um projeto de impermeabilização em suas obras. A constatação de que “Atender a Norma de Desempenho” foi o aspecto avaliado com maior índice de relevância foi de certa forma surpreendente, pelo fato de que normalmente as construtoras consideram parâmetros que evitam aumento no custo na obra de maior importância, como “Reduzir possíveis retrabalhos” e “Evitar futuras manutenções”.

Apesar de na pesquisa ter se encontrado um elevado índice de conscientização quanto a importância da impermeabilização na região da Grande Porto Alegre, uma boa parte das construtoras ainda desconsidera a real necessidade de se utilizar um projeto específico de impermeabilização. Foram avaliados na pesquisa os fatores que levam as construtoras a não aderirem ao uso do projeto de impermeabilização, como mostra a figura 26.

Figura 26 – Percentual de respostas de quais são os motivos para a não utilização do projeto por parte das construtoras



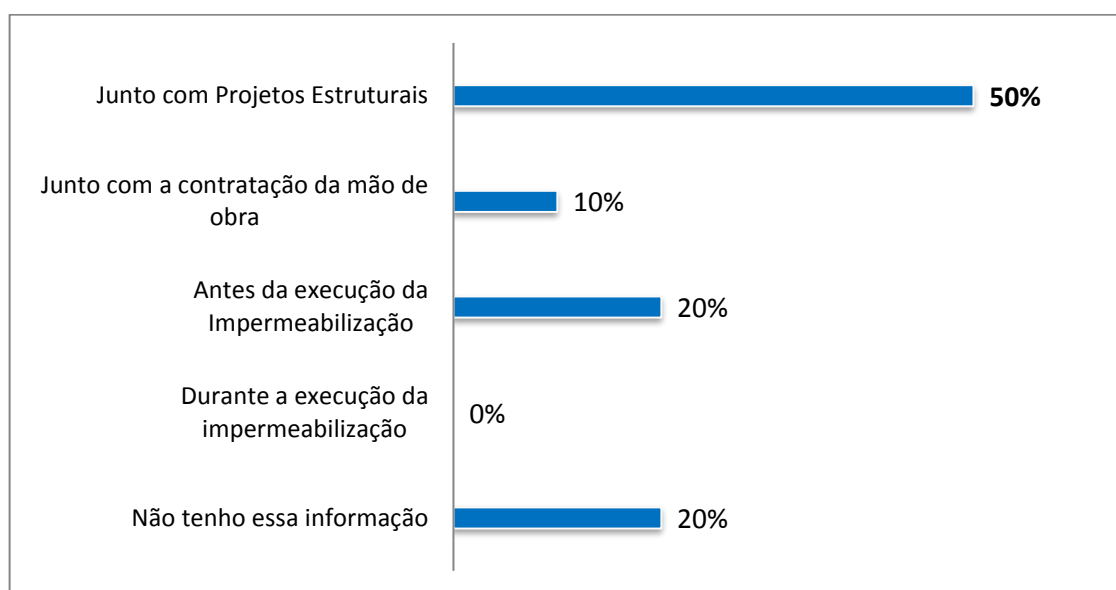
(fonte: elaborado pelo autor)

Pode se observar que, de maneira quase unânime, o quesito “Custo” foi considerado o motivo de maior importância na não implementação de um projeto de impermeabilização por parte das construtoras, possuindo uma taxa de 90% de grande relevância na avaliação das empresas de impermeabilização. Esse resultado deflagra uma mentalidade errônea por parte das construtoras, tendo em vista que, de acordo com Klein (2002, p. 34-35), o custo de uma impermeabilização gira em torno de apenas 3% do custo total da obra, sendo que esse custo pode variar entre 5% a 10% quando a impermeabilização não atender os seus objetivos, apresentando falhas que podem ser originadas devido à inexistência de um projeto específico de impermeabilização.

7.2.1.2 Compatibilização do Projeto

A NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 11) estabelece que o projeto de impermeabilização deve ser elaborado juntamente aos demais projetos de construção, com fins de compatibilizações necessárias para a otimização na execução da impermeabilização. Com isso, um parâmetro avaliado junto com os entrevistados foi qual etapa normalmente se dá a elaboração do projeto em construtoras nas quais as empresas analisadas prestam serviço, como mostra a figura 27.

Figura 27 – Percentual de respostas de que em qual etapa da obra é elaborado o projeto de impermeabilização pelas construtoras



(fonte: elaborado pelo autor)

Com base na análise da figura 27, apesar da utilização de projetos de impermeabilização ainda ser considerada baixa na região, 50% dos entrevistados afirmaram que a etapa de elaboração do Projeto de Impermeabilização ocorre junto à elaboração do Projeto Estrutural, otimizando o futuro serviço de impermeabilização. Esse resultado é ideal, pois, as compatibilizações de detalhes técnicos no Projeto de Impermeabilização são simples de serem feitas junto com a execução do Projeto Estrutural (50%), porém a dificuldade reside quando as construtoras implementam o projeto junto com a contratação da mão de obra (10%) ou posteriormente a esse período (20%), podendo ocasionar dificuldades na execução de detalhes específicos como soleiras, desníveis e caimentos, por exemplo, proporcionando a possibilidade do aparecimento de manifestações patológicas.

Pelo fato da compatibilização de detalhes técnicos de impermeabilização com projetos estruturais, arquitetônicos e de instalação ainda serem um problema recorrente nas edificações da Grande Porto Alegre, um dos parâmetros abordados pela pesquisa foi justamente os principais problemas de compatibilização de projeto que ocasionam manifestações patológicas em impermeabilizações especificadas em mantas asfálticas.

O quadro 2 expõe os principais aspectos negativos que ocorrem devido a uma deficiência na compatibilização de projetos de impermeabilização com outros projetos de uma edificação. Com base em maiores frequências obtidas na pesquisa (50%), os fatores como retrabalhos, tubulações com pouco espaçamento junto a paredes ou outras tubulações, e a não implementação de desníveis entre áreas internas e externas, podem ser considerados os principais problemas que ocorrem no sistema de impermeabilização ocasionado por uma ineficaz ou inexistente compatibilização de projetos.

Na inexistência de um projeto específico de impermeabilização com detalhes conclusivos, os pontos críticos na execução de uma impermeabilização podem ter soluções criadas em obra, sendo executadas do modo que a equipe da obra melhor entender e, muitas vezes, com pouco conhecimento técnico. Foram pesquisadas quais maneiras incorretas de execução possuem maior incidência em empreendimento da Grande Porto Alegre, como mostra o quadro 3.

Quadro 2 – Principais problemas decorrentes da falta de compatibilização de projetos de impermeabilização

Principais Problemas recorrentes	Frequência (%)
Retrabalhos no sistema de impermeabilização ou em outros elementos construtivos	50
Tubulações com pouco espaçamento junto a outras tubulações ou elementos construtivos, dificultando o arremate da impermeabilização	50
Não implementação de desníveis em soleiras entre pisos internos e externos	50
Aparecimento de manifestações patológicas	40
Tubulações que passam paralelamente a laje sendo executadas abaixo da manta	30
Instalação de antenas e outros elementos que dificultam o arremate da impermeabilização	20
Dificuldade de ancoragem da manta junto a rodapés ou platibandas	20
Manutenções futuras	10
Aumento do custo final da obra	10
Áreas não projetadas para ter escoamento da água pluvial (ralos)	10

(fonte: elaborado pelo autor)

Segundo 40% dos entrevistados, os problemas que ocorrem na impermeabilização são decorrentes da utilização de uma mão-de-obra inadequada na execução do serviço de impermeabilização por parte das construtoras. Isso provavelmente é devido a problemas de custo e planejamento como, por exemplo, a utilização de funcionários que já se encontram no canteiro para a execução da atividade, mas que não possuem treinamento e conhecimento para a execução do serviço. Com isso, muitas vezes é aplicado uma impermeabilização de maneira indevida no substrato, não limpando e regularizando o mesmo (50%), podendo ocasionar o surgimento de manifestações patológicas no empreendimento. Aberturas no sistema de impermeabilização (20%) também podem ser consideradas fatores de incidência problemática devido à ineficiência na compatibilização e alteração de projetos.

Quadro 3 – Principais causas identificadas pelos entrevistados para a existência de falhas na impermeabilização

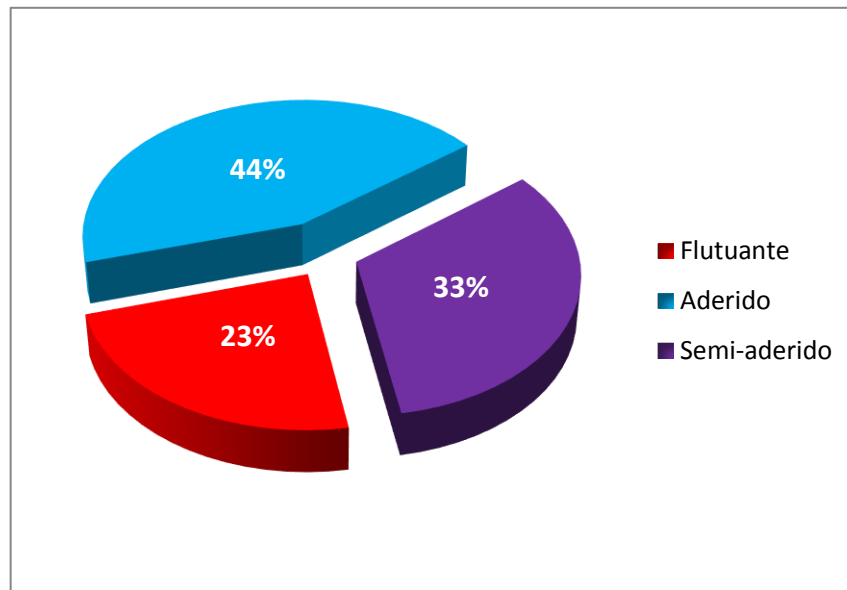
Soluções de execução inapropriadas recorrentes em canteiros de obra	Frequência (%)
Execução da impermeabilização em uma superfície inadequada e não regularizada	50
Impermeabilizações com materiais inadequados, e sem uma mão de obra especializada	40
A inexistência de desnível entre áreas internas e externas, impedindo um melhor acabamento da manta asfáltica junto a soleiras	30
Execução de aberturas na manta, e arrematando a impermeabilização de maneira inadequada, sem consultar ou informar a empresa de impermeabilização	20
Aplicação indevida de materiais em locais que exigem uma especificação diferenciada	20
Execução de mantas em reservatórias sem a execução de um cintamento/viga invertida para o acabamento da impermeabilização	10
Não execução do teste de estanqueidade	10
Não chumbamento das instalações	10
Mangueiras elétricas que se deterioram com o aquecimento (maçarico)	10
Etapas da impermeabilização suprimidas para atender outras questões	10
Não execução de proteção térmica	10
Revestimentos aplicados sem o devido cuidado com relação aos sistemas de impermeabilização	10
Interferências aplicadas posteriormente a aplicação dos sistemas de impermeabilização	10
Falta de controle dos serviços de impermeabilização de uma maneira geral	10

(fonte: elaborado pelo autor)

7.2.2 Mantas Asfálticas

No quesito focado na especificação da técnica com o uso de mantas asfálticas, o questionário abordou suas especificações quanto ao método de fixação no substrato a ser impermeabilizado, a incidência dessas técnicas e a suas relações com o surgimento de manifestações patológicas.

Figura 28 – Frequência de utilização dos métodos de aderência da manta asfáltica na região



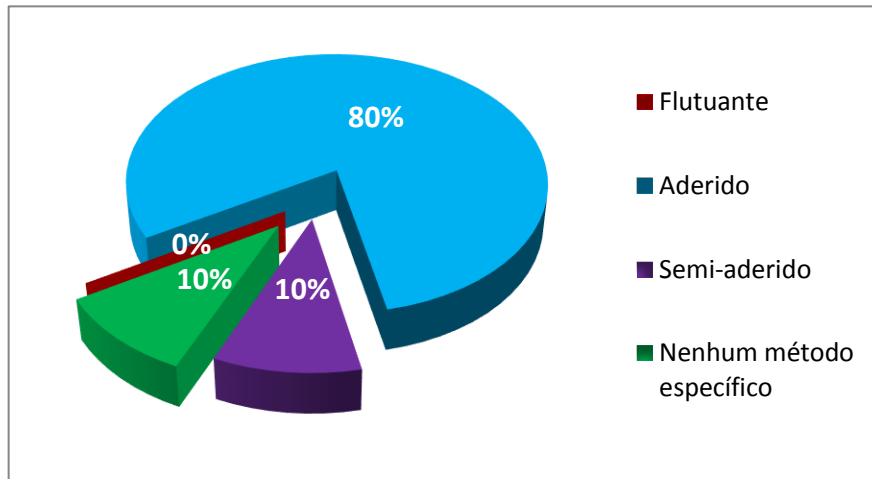
(fonte: elaborado pelo autor)

Os dados coletados junto às empresas foram considerados muito divergentes entre si, com distribuições (%) na utilização dos sistemas de fixação muito variáveis, variando de empresa para empresa, podendo essa divergência estar relacionada a uma falha no conhecimento técnico dos profissionais da área, não possuindo uma real compreensão em relação aos diferentes métodos de execução da manta. Porém, mesmo assim, com base na figura 28, pode-se analisar que o sistema aderido ainda possui um maior mercado na região da Grande Porto Alegre, devido possivelmente à mentalidade já implementada em relação à funcionalidade e a efetividade desse sistema de impermeabilização ao longo dos anos na região.

Como abordado no capítulo 4, existem divergências entre os autores na especificação de qual o melhor método de fixação de uma manta asfáltica, que possa reduzir o aparecimento de manifestações patológicas no sistema de impermeabilização. Com isso, foi perguntado aos

entrevistados se, na visão deles, existe algum método de fixação da manta mais eficaz para evitar o aparecimento dessas manifestações.

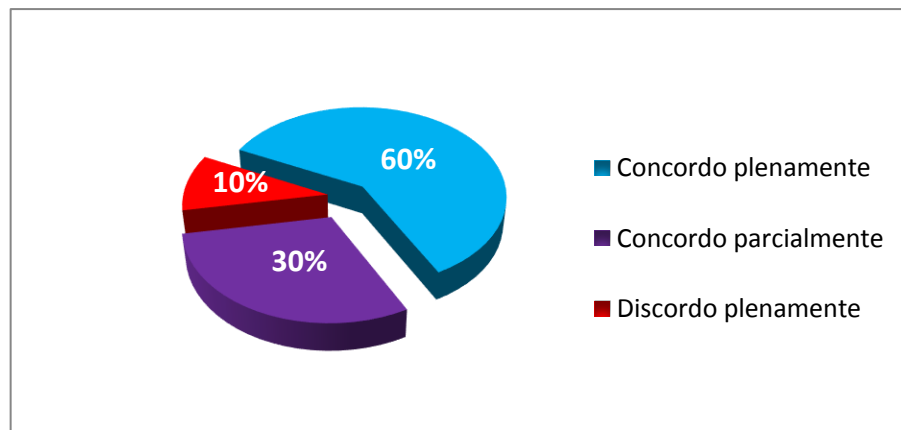
Figura 29 – Método de fixação da manta que reduz o aparecimento de manifestações patológicas



(fonte: elaborado pelo autor)

Para Picchi (1986, p. 36), o sistema flutuante apresenta desvantagens em relação ao sistema aderente quanto à localização de falhas no material, podendo a água se deslocar sob a impermeabilização, manifestando-se em um ponto distante do local da infiltração. Com isso, o questionário abordou se os responsáveis técnicos da empresa concordam com essa afirmação, como mostra a figura 30.

Figura 30 – Respostas para a pergunta: “Mantas flutuantes dificultam na localização das origens de manifestações patológicas?”



(fonte: elaborado pelo autor)

Com base na análise dos resultados das figuras 29 e 30, podem-se avaliar os motivos que levam o sistema aderido a possuir um percentual de maior utilização que o sistema flutuante na região da Grande Porto Alegre. Essa conclusão pode ser tomada com base na ideia de que o sistema aderido é menos propício para à manifestação patológica (80%) após a sua execução (figura 29), somado ao fato de que, ao se manifestar falhas na estanqueidade de um elemento construtivo, o sistema flutuante impõe maiores dificuldades na análise da origem dessas manifestações (com 90% dos entrevistados concordando com essa ideia, pelo menos que parcialmente) (figura 30).

Para finalizar essa etapa da pesquisa, foram abordados junto aos entrevistados quais os parâmetros principais que devem ser tomados na especificação de uma manta asfáltica, a fim de evitar o surgimento de infiltrações, e outras manifestações patológicas.

Quadro 4 – Parâmetros para a especificação de uma manta asfáltica

Parâmetros na especificação a fim de evitar manifestações patológicas	Frequência (%)
Avaliar a utilização do local a ser impermeabilizado	60
Avaliar o tamanho do local a ser impermeabilizado	60
Conhecimento pleno dos sistemas de impermeabilização, para poder especificar o melhor para cada caso	40
Especificar um sistema de impermeabilização que deve possuir uma vida útil superior a 20 anos	20
Avaliar as solicitações impostas pela estrutura	20
Avaliar as solicitações impostas pela água	20
Avaliar o piso definitivo que será executado em cima da manta asfáltica	20
Nível de dificuldade de execução do local a ser impermeabilizado	20
Condições de se executar uma futura manutenção	20
Uso de mantas de fabricantes tradicionais e que atendam as normas brasileiras	20

(fonte: elaborado pelo autor)

Foi constatado um problema de elaboração nessa questão, que não foi observado no questionário teste. Apenas 5 dos entrevistados compreenderam o propósito do questionamento, citando fatores de especificação de uma manta asfáltica, enquanto os outros responsáveis técnicos sugeriram aspectos de execução de uma manta asfáltica, que foi um assunto abordado na próxima etapa do questionário. Optou-se por considerar na amostra apenas os responsáveis técnicos que responderam a questão da maneira com a qual ela foi proposta inicialmente.

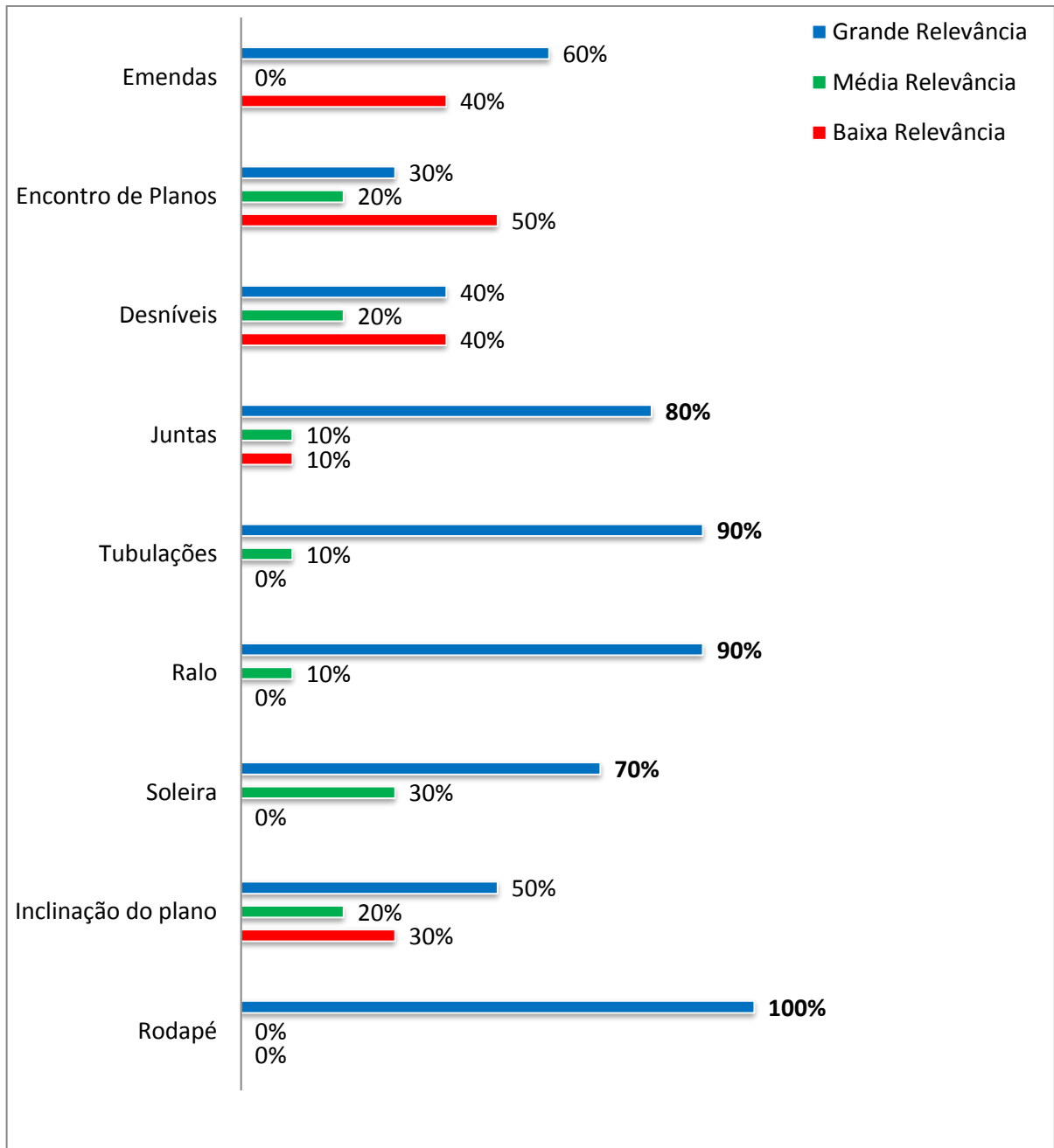
Apesar de se obter certa divergência nas respostas consideradas, foram observados que os principais parâmetros a serem analisados para a especificação do material de uma manta asfáltica giram em função das propriedades e solicitações do substrato a ser impermeabilizado como a utilização e o tamanho do local (ambos com 60% de incidência), e as solicitações impostas pela água e pelas movimentações da estrutura, além da necessidade de avaliar o tipo de revestimento que será executado sobre o sistema de impermeabilização.

7.2.3 Detalhes Construtivos da Impermeabilização

Antes da execução processo da impermeabilização, alguns cuidados devem ser tomados para que não ocorram vazamentos posteriores, gerando futuras manutenções. Esses detalhes são de suma importância no processo de impermeabilização, pois a maior parte das manifestações patológicas se origina em encontro de ralos, juntas, mudanças de planos, desníveis, passagem de instalações, soleiras, e, emendas da manta asfáltica.

Devido à elevada importância que tem de ser dada aos detalhes construtivos na execução de uma impermeabilização, uma parte da pesquisa focou em verificar o grau de incidência no surgimento de manifestações desses mesmos detalhes em obras da Grande Porto Alegre, analisando os detalhes de maior relevância encontrados com base no questionário.

Figura 31 – Principais detalhes construtivos que originam manifestações patológicas



(fonte: elaborado pelo autor)

Detalhes técnicos como “Juntas”, “Tubulações”, “Ralo”, “Soleira” e “Rodapé” foram considerados pontos de maior incidência de manifestações patológicas, sendo detalhes avaliados como parâmetros de 70% ou mais de “Grande Relevância” pelos entrevistados na pesquisa.

Os rodapés em uma impermeabilização foram considerados os pontos de maior incidência de manifestações patológicas em uma edificação na região, tendo em vista que todos os 10 entrevistados avaliaram-no como um parâmetro de grande relevância (100%) na incidência de falhas em um sistema de impermeabilização. De acordo com a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 14), toda a impermeabilização deve, independente do local, subir verticalmente nos elementos construtivos que circundam a área impermeabilizada, formando um rodapé de pelo menos 20 cm acima do piso pronto.

As juntas de dilatação (80% de “Grande Relevância” na pesquisa) devem ser tratadas sempre de maneira independente na impermeabilização, com uma faixa de manta asfáltica adentrando no colo da junta, e sobrepondo uma segunda tira também aderida, para por último transpassar a manta de acabamento.

Parâmetros como tubulações foram avaliadas com 90% de relevância na origem de manifestações patológicas em uma edificação. As tubulações verticais devem ser fixadas na estrutura, possuindo detalhes específicos de arremate e reforço da impermeabilização. Já as tubulações que passam paralelamente sobre a laje devem executadas sobre a impermeabilização, e nunca sob ela.

O vazamento de tubulações hidráulicas embutidas irá manifestar-se na laje, saturando a área, comprometendo a impermeabilização, e exigindo a remoção da manta asfáltica, da proteção mecânica, do isolamento térmico, da camada de separação e da camada de revestimento, para o reparo da tubulação. Com isso, para evitar tais problemas e retrabalhos, é necessário executar testes das tubulações antes da entrega dos serviços para a impermeabilização. A manta asfáltica deve adentrar nos ralos (90%), sendo esses fixados rigidamente na estrutura, para que a água não venha a se infiltrar abaixo da membrana ou escorrer dentro da peça. Dentro do ralo, a manta deve estar bem aderente ao mesmo, evitando o transbordamento da água.

A penetração de umidade em caixas elétricas e pontos de luz podem ocorrer devido a falhas na execução dos eletrodutos, acarretando em manifestações distantes do local onde está ocorrendo a infiltração.

Segundo a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 13), para evitar riscos, em uma soleira de porta que dá acesso a uma área externa

impermeabilizada, a diferença de nível entre o piso acabado e a impermeabilização interna deve ser de no mínimo 6 cm. Deve-se prever também a utilização de barreiras físicas com a execução de selantes junto a caixilhos, contramarcos e batentes, para perfeita ancoragem da impermeabilização.

Foram propostos, junto aos entrevistados, quais detalhes, além dos detalhes incorporados na NBR 9575:2010, que possuem grande relevância na execução de uma impermeabilização com mantas asfálticas. O quadro 5 apresenta sistematizados quais procedimentos técnicos foram propostos pelas empresas entrevistadas.

Quadro 5 – Detalhes técnicos não especificados pela NBR 9575

Parâmetros que também devem avaliados na execução e especificação	Frequência (%)
Adaptações dos sistemas de impermeabilização devido a alterações em projetos arquitetônicos, de paisagismo ou de instalação	20
Especificação dos traços adequados para a proteção mecânica em argamassas	20
Especificação da espessura da manta adequada para cada local	10
Durabilidade e expectativa de vida do material	10
Maior especificação e detalhamento quanto a caimentos e regularização da estrutura	10

(fonte: elaborado pelo autor)

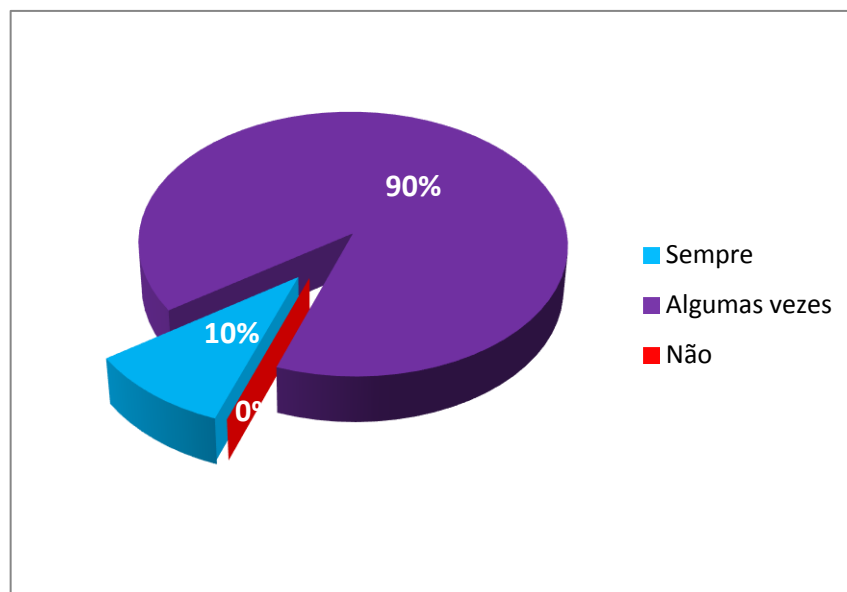
Um dos pontos observados nessa questão foram uma maior adaptação e aprofundamento da norma em parâmetros recorrentes na impermeabilização, como uma maior especificação de traço para a camada de proteção mecânica (20%), cuidados e técnicas que deve se atentar ao executar um retrabalho em uma manta asfáltica (20%). Outro aspecto que pode ser citado seria uma melhor adaptação da norma em função das solicitações térmicas e climáticas de cada região do país, classificando e especificando os sistemas de impermeabilização de acordo com as exigências na qual ele vai ser imposto.

Como se analisou anteriormente, dois dos pontos com maior incidência no surgimento de manifestações patológicas encontram-se juntos ao encontro de ralos e em rodapés, pela

dificuldade de acabamento do substrato na fase de preparação, e dificuldade de moldagem do produto impermeabilizante na fase de execução.

A NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 18) estabelece que as tubulações externas as paredes devem ser afastadas dos planos verticais por no mínimo 10 cm, devido a dificuldade em se executar o acabamento da mantas asfálticas nesse ponto, podendo originar manifestações patológicas. No questionário foi inserido se esse tipo de cuidado ocorre normalmente na execução de um projeto hidráulico/pluvial. Com base na figura 32 pode-se analisar que essa prática ainda não está totalmente implementada em projetos na região de Porto Alegre, apesar de haver incidência desse método.

Figura 32 – Percentual de respostas à pergunta: “Na compatibilização de projetos, em geral, os ralos ficam afastados dos planos verticais para facilitar a execução da manta asfáltica?”



(fonte: elaborado pelo autor)

Outro fator analisado na pesquisa de grande incidência em problemas na estanqueidade de um elemento construtivo foram as juntas de um piso ou revestimento, de dilatação ou construtiva. Foram averiguados junto com as empresas quais, na visão delas, são os principais parâmetros que devem ser considerados na especificação e execução de uma junta a fim de garantir êxito no sistema de impermeabilização.

Quadro 6 – Parâmetros na especificação e execução de uma junta

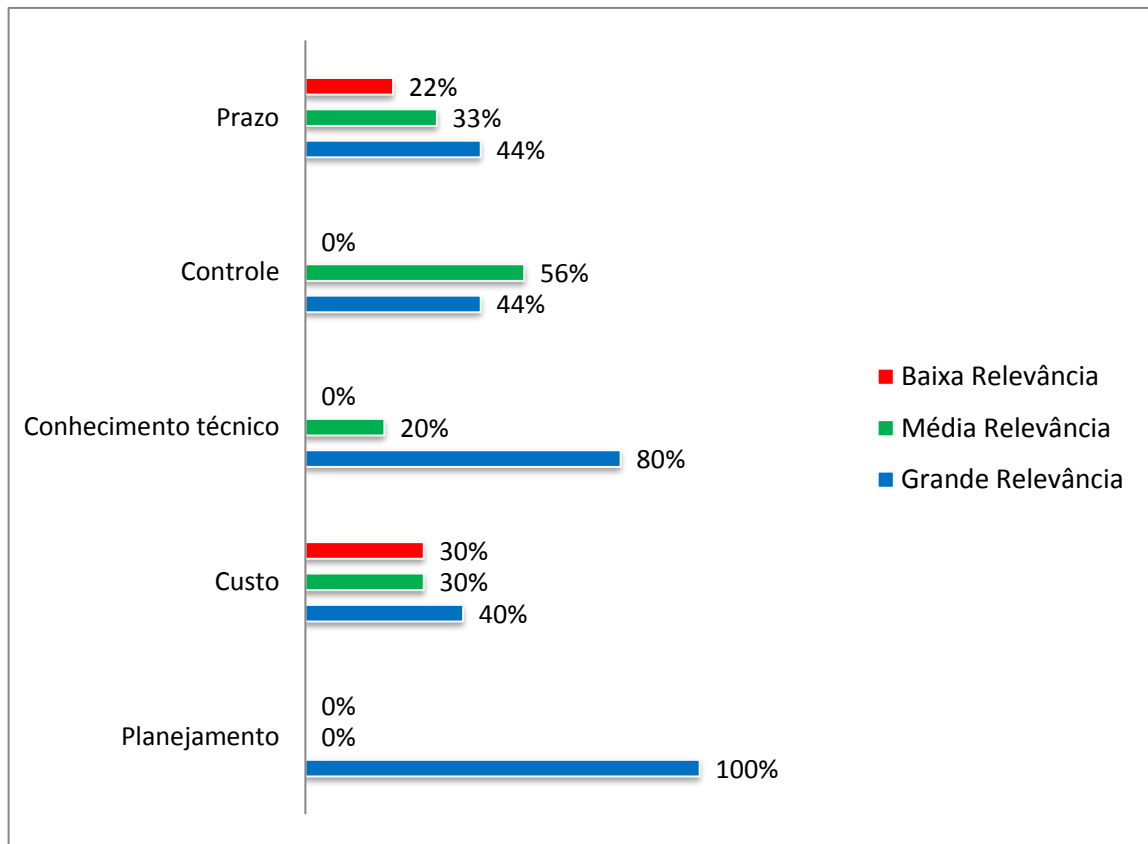
Parâmetros devem avaliados na execução e especificação	Frequência (%)
Aplicar reforço necessário com manta asfáltica dupla independente em toda a extensão da junta	70
Dimensionamento adequado da junta para as solicitações impostas	40
Limpeza e regularização da junta antes da aplicação do produto elastômerico	30
Evitar um maior número de emendas de manta próximo às juntas	10
Analisar se a junta fica próxima a espelhos d'água	10
Prever rebaixo no local para a execução dos reforços da manta	10

(fonte: elaborado pelo autor)

Como citado anteriormente no trabalho, o fator de maior importância na impermeabilização quando se trata de juntas é a aplicação de duas camadas independentes de reforços de manta ao longo da junta (70%), além de uma limpeza e regularização da junta para melhor aderência do produto elastomérico (30%), e de um dimensionamento apropriado da junta em função das solicitações impostas pela estrutura (40%).

Devido a fundamental importância dos detalhes construtivos para a apropriada execução de uma impermeabilização com manta asfáltica, alguns fatores externos podem ser considerados os principais na execução inadequada de um sistema de impermeabilização. Os entrevistados avaliaram esses motivos, e determinaram os de maior frequência nas obras da Grande Porto Alegre.

Figura 33 – Fatores responsáveis pela execução inapropriada dos detalhes construtivos de uma impermeabilização



(fonte: elaborado pelo autor)

De maneira unânime, o fator “Planejamento” foi considerado o aspecto de maior relevância para ineficácia e descomprometimento na execução dos detalhes construtivos de uma impermeabilização. O “Conhecimento técnico” (80%) também foi considerado um fator de elevada relevância que origina técnicas incorretas de execução dos detalhes da impermeabilização, muito em função de uma administração de obra despreparada e que não compreende a real importância de um sistema de impermeabilização para a otimização da edificação.

Devido a variáveis como planejamento (100%), controle (44%) e prazo (44%), que possuem grande responsabilidade na eficiência de um sistema de impermeabilização, há muitas vezes necessidade de fazer reparos ou emendas nas mantas asfálticas, graças, por exemplo, a defeitos em outros elementos construtivos ou instalações, ou mesmo a não execução desses serviços. Foram abordadas junto com as empresas de impermeabilização quais providências devem ser tomadas por parte construtora em caso da necessidade de se executar aberturas em

um sistema de impermeabilização. Esses cuidados podem ser avaliados na esquematização do quadro 7.

Quadro 7 – Cuidados a serem tomados na abertura de uma manta asfáltica

Cuidados e técnicas que devem ser avaliadas	Frequência (%)
Indispensável a comunicação desse serviço para a empresa executora da impermeabilização	40
Limpeza na área da manta antiga, para implementar a emenda da nova camada de manta asfáltica	40
Acompanhamento da empresa de impermeabilização em todo o processo	30
Execução da retirada da proteção e da manta por parte da empresa responsável pela impermeabilização	20
Executar novo teste de estanqueidade após a emenda da nova manta	20
Avaliar a real necessidade desse procedimento	10

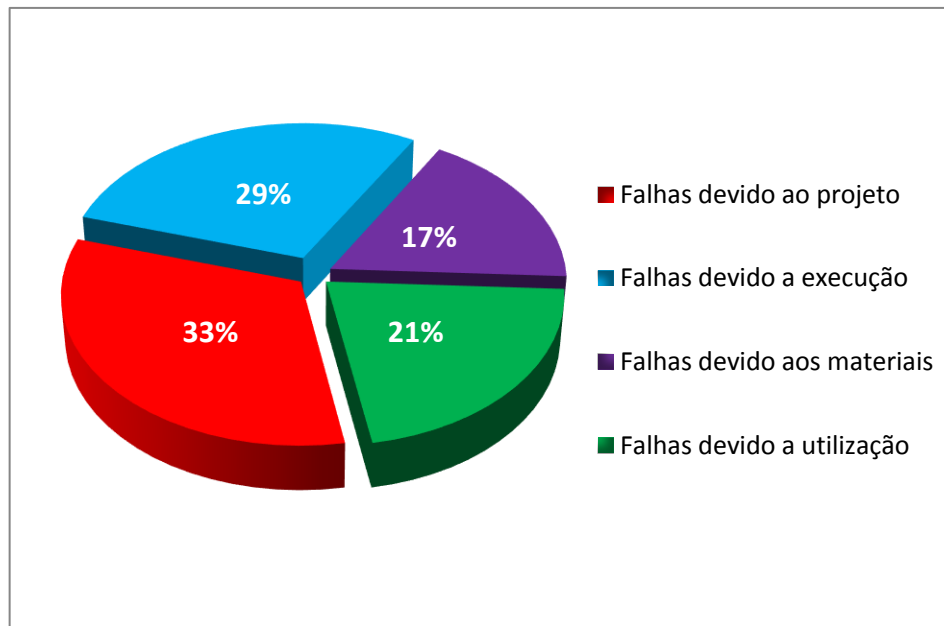
(fonte: elaborado pelo autor)

Com base no quadro 7, pode-se analisar que o acompanhamento e a troca de informações com a empresa de impermeabilização foi considerada pelos entrevistados de fundamental importância visando um futuro reparo na camada de impermeabilização, com a construtora não podendo se omitir desses problemas na gestão de atividades. Muitas vezes é indicado que a própria empresa responsável pela impermeabilização retire as camadas de proteção e manta, visando um menor flagelamento dessas camadas, além evitar um maior retrabalho posteriormente.

7.2.4 Falhas no Sistema de Impermeabilização

As falhas no sistema de impermeabilização de uma edificação podem ser originadas de distintas formas, sendo necessário sempre conhecer a origem dessas falhas para solucionar problemas gerados pelo surgimento de manifestações patológicas. Na pesquisa foi avaliada a incidência dos principais tipos de falhas que podem ocorrer em um sistema de impermeabilização, e as principais causas dessas falhas.

Figura 34 – Origem dos principais tipos de falha na impermeabilização

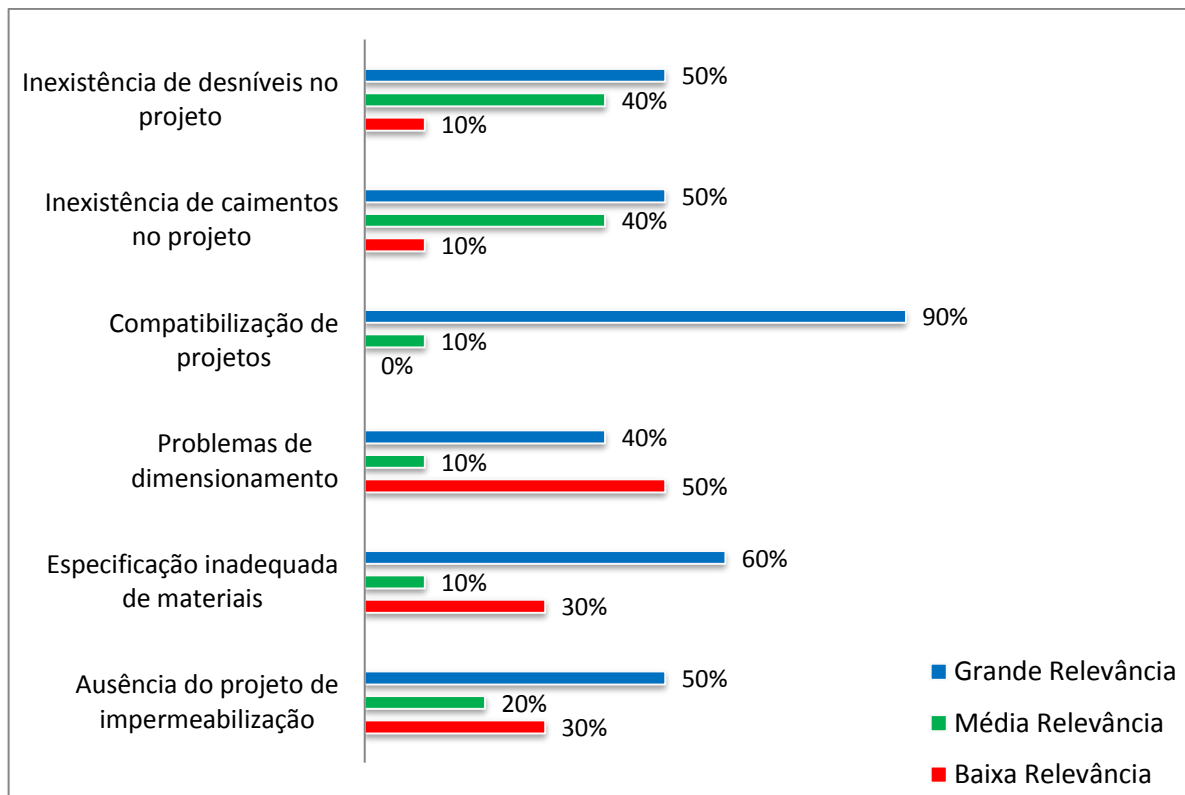


(fonte: elaborado pelo autor)

Com base na figura 34, pode-se analisar que as falhas decorrentes devido ao projeto (33%) e as falhas devido à execução (29%) foram avaliadas pelos entrevistados com de maior ocorrência nas impermeabilizações em mantas asfálticas na região da Grande Porto Alegre.

Nas figuras 35, 36, 37 e 38 foram avaliadas as ocorrências dos principais motivos que ocasionam o surgimento de manifestações patológicas em cada um dos tipos de falhas analisados na figura 34.

Figura 35 – Principais causas de falhas devido ao projeto de impermeabilização



(fonte: elaborado pelo autor)

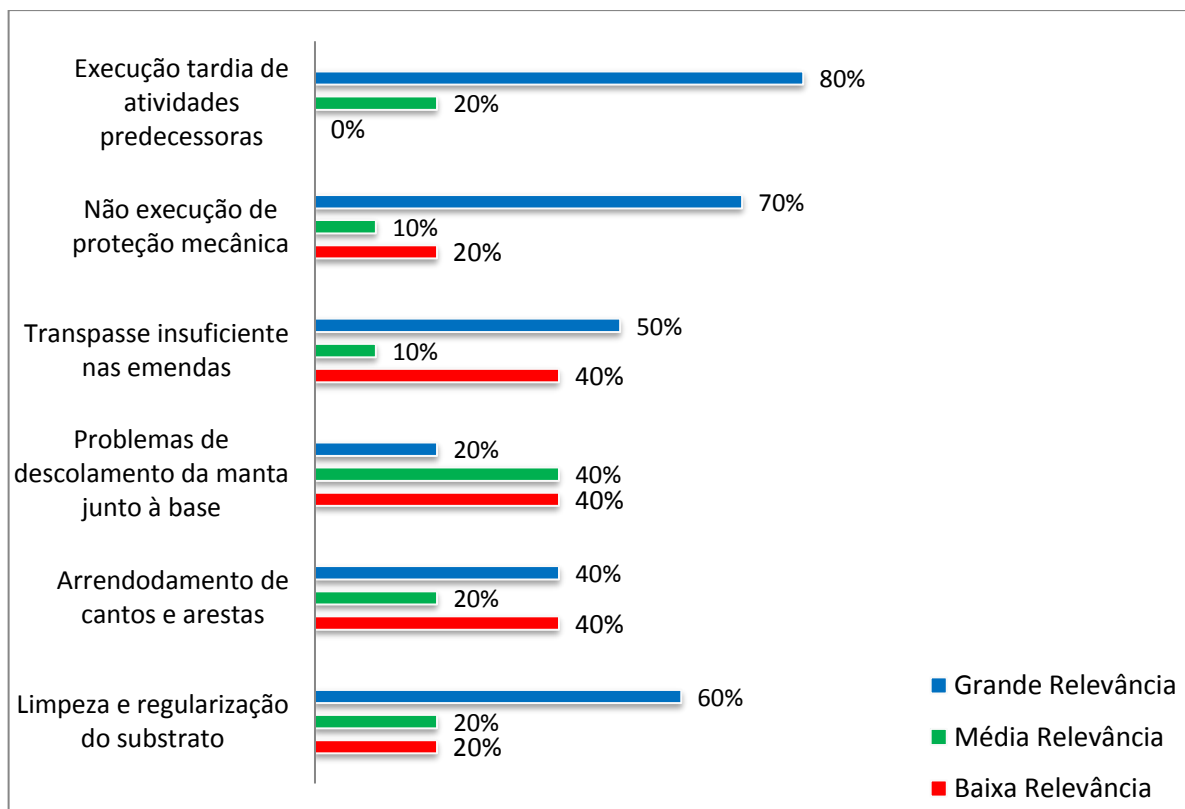
Conforme pode ser visto na figura 35, a compatibilização de projetos, com 90% dos entrevistados a elegendo uma causa de “Grande Relevância”, foi considerada na pesquisa o fator principal para o surgimento de falhas no sistema de impermeabilização devido a problemas em **projetos**. A “Compatibilização de Projetos” não está explicitamente abordando a compatibilização de detalhes de impermeabilização com outros projetos, mas também podendo ser interpretada como a concordância entre projetos sem relação com a impermeabilização. Em alguns casos, com o sistema de impermeabilização finalizado, há alterações na especificação ou posição de certas atividades, que estão com informações em desencontro em projetos com funções distintas, e que, ao se executar tais alterações, acabam prejudicando a estanqueidade do sistema, devido à falta de compatibilização inicial antes da liberação da região para as atividades de impermeabilização.

Fazendo um comparativo, a “Compatibilização de Projetos” foi avaliada sendo de maior incidência até mesmo que a “Ausência do Projeto de Impermeabilização” (50% de Grande Relevância), podendo esse resultado ter sido obtido em função da baixa utilização de projetos

de impermeabilização na região estudada, não havendo um entendimento geral sobre a real função e importância dos projetos de impermeabilização na execução de uma impermeabilização e na redução de manifestações patológicas em obras na região da Grande Porto Alegre.

As inexistências de caimentos e desníveis em **projetos** (ambas com uma taxa de alta de Relevância de 50% para as empresas de impermeabilização) também podem ser consideradas fatores de elevada incidência quando o assunto é falhas na impermeabilização. Pelo fato de tais detalhes serem mal especificados em projeto, ou mesmo inexistentes, reduz a probabilidade desses pontos serem levados em conta na hora da execução da impermeabilização.

Figura 36 – Principais causas de falhas devido à execução da impermeabilização

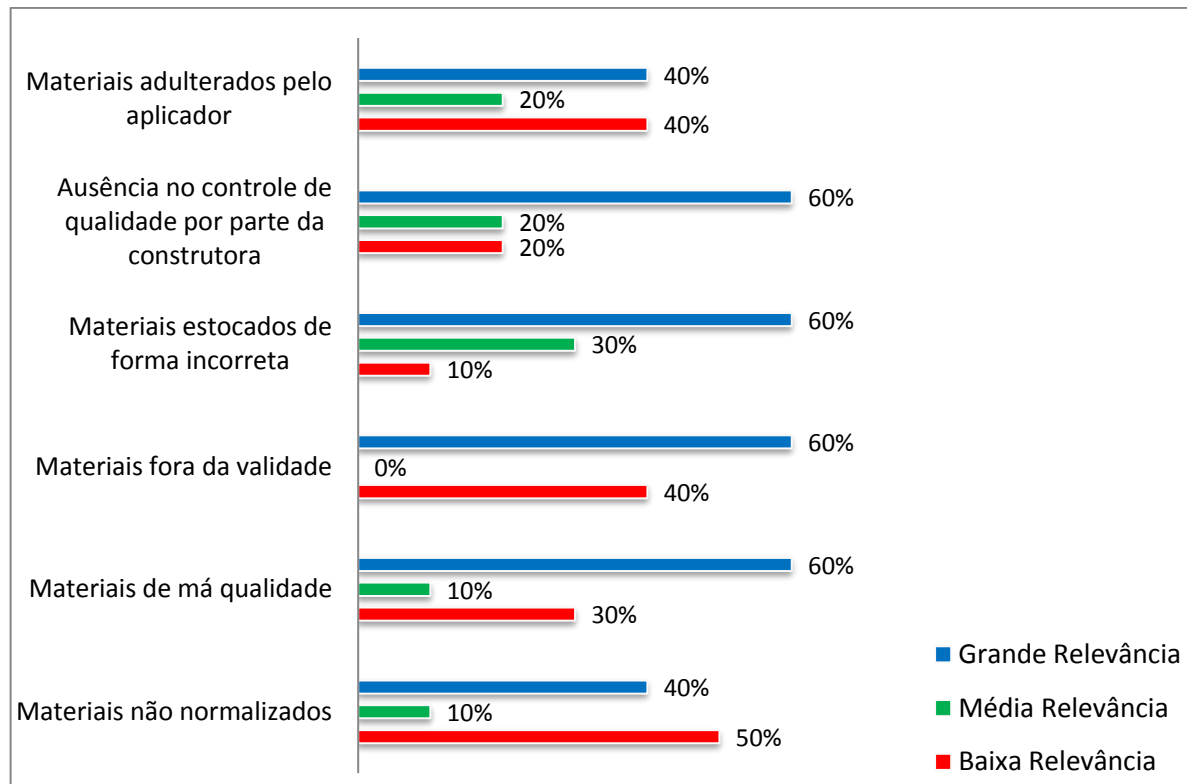


(fonte: elaborado pelo autor)

Com base na figura 36, comprova-se que a “Execução tardia de atividades predecessoras” foi apontado pelos especialistas como a causa de maior relevância para o surgimento de manifestações patológicas na **execução** de uma impermeabilização especificada em manta

asfáltica, baseado na sua taxa obtida de 80%. Essa execução tardia de serviços que necessariamente devem ser executados antes da implementação do sistema de impermeabilização pode estar ligada com o parâmetro de maior incidência no gráfico 35, a “Compatibilização de Projetos”, que pode influenciar no atraso da execução de atividades devido a divergências entre os projetos de um empreendimento. Outro fator que pode estar relacionado com esse tipo de falha é a falta de planejamento da construtora na liberação de atividades, que, também, foi comprovado ser o parâmetro principal pela ineficiência na execução dos detalhes técnicos da impermeabilização, como foi abordado na imagem 33 no subcapítulo anterior.

Figura 37 – Principais causas de falhas devido à qualidade dos materiais de impermeabilização



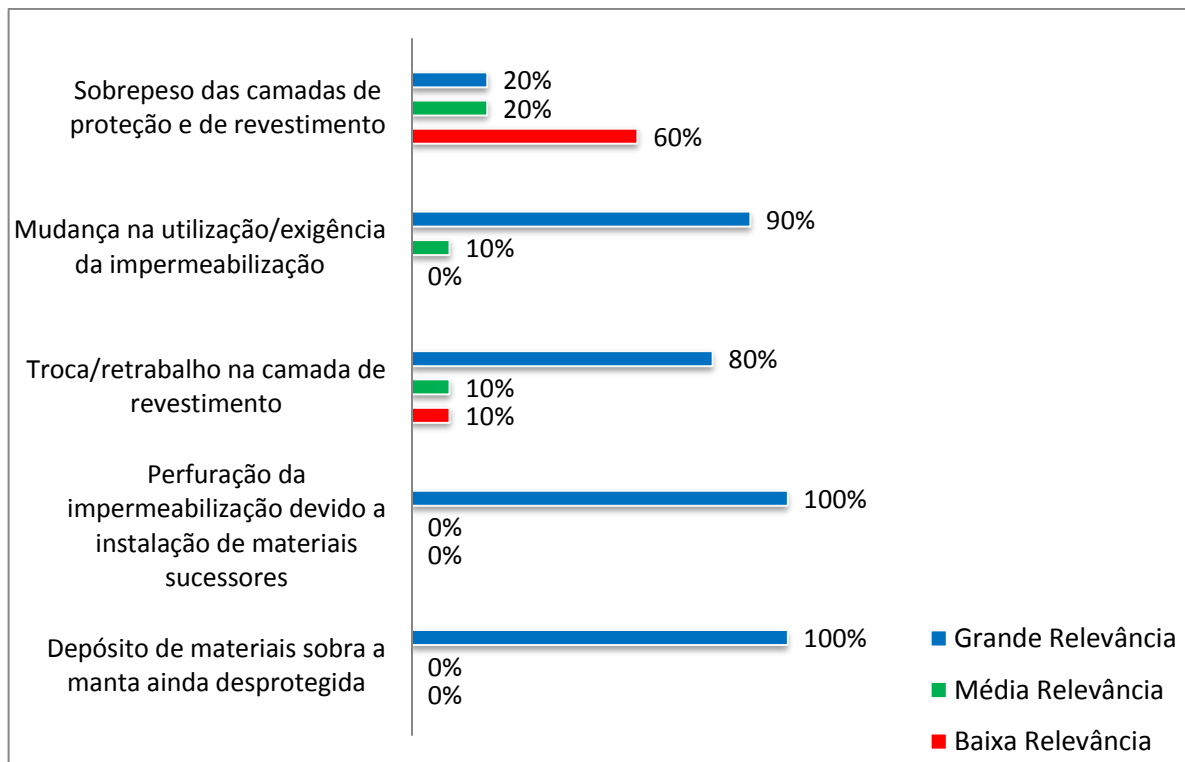
(fonte: elaborado pelo autor)

Com base na figura 37, pode-se analisar as causas de falhas na impermeabilização por motivos referentes a problemas na qualidade e utilização dos **materiais**. Fatores como a ausência no controle de qualidade (60%) e estocagem indevida dos materiais (60%) são em geral de reponsabilidade da construtora. A estocagem do material em locais desprotegidos, sofrendo solicitações à intempéries, é um dos principais fatores que podem danificar o

material impermeabilizante. A falta de controle na qualidade de um material por parte da administração da obra pode estar relacionada com a desinformação da equipe quanto à execução com um material de qualidade imprópria para a eficácia do serviço, podendo este material também ter sido prejudicado pelo problema de estocagem.

Fatores que também foram considerados de alta relevância para o surgimento de falhas nas mantas asfálticas por problemas devido aos **materiais** como “Materiais de má qualidade” e “Materiais fora da validade” (ambos com parâmetros de incidência equivalente a 60%) também estar relacionados por problemas de controle da empresa, desde a compra do material até a execução do mesmo.

Figura 38 – Principais causas de falhas devido à utilização do elemento construtivo



(fonte: elaborado pelo autor)

Apesar de que, com base no gráfico da imagem 34, as falhas devido à **utilização** da impermeabilização possuem menos incidência na região da Grande Porto Alegre quando comparada com as falhas de execução e de projeto, pode-se analisar na figura 38 o elevado grau de importância que as suas causas possuem no aparecimento de manifestações patológicas. Fatores analisados como a alteração na utilização da estrutura impermeabilizada,

perfuração da impermeabilização na instalação de equipamentos, e depósito de materiais sobre a manta desprotegida foram avaliados de alta relevância por todos os entrevistados, e juntamente com a “Troca/Retrabalho da camada de revestimento” foram considerados os parâmetros principais para surgimento de falhas na impermeabilização.

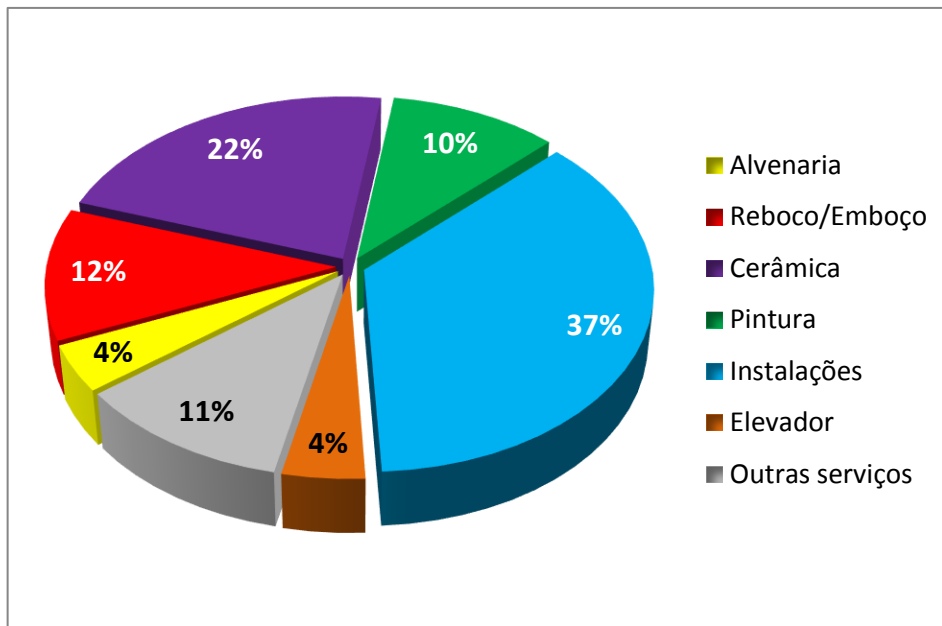
Este alto índice na relevância das causas de **utilização** pode estar ligada com uma menor preocupação diária com os problemas nos elementos construtivos da edificação, tendo em vista que esses tipos de manifestações ocorrem, em geral, após a entrega do empreendimento, não havendo mais a presença de profissionais responsáveis pela administração, ou mesmo pela execução do serviço, no empreendimento. Outro fator que pode estar relacionado com essa alta taxa na avaliação das empresas é que, ao finalizar a edificação e entregar a obra, fica mais fácil identificar manifestações patológicas visualmente com a obra pronta, em comparação com o empreendimento ainda em construção.

Podem-se traçar alguns comparativos entre as causas de falhas de **utilização** com os outros tipos de falhas avaliados, como, por exemplo, o fato de que o “Depósito de materiais sobre a manta desprotegida” pode estar relacionado com a “Não execução da proteção mecânica” (avaliada como de “Grande Relevância” nas causas de falhas por execução) imediatamente após execução da manta asfáltica. Outra relação que pode ser obtida é que, na falta de uma adequada compatibilização de projetos (parâmetro de maior relevância em falhas de projeto), pode-se ocasionar alterações na utilização de uma impermeabilização, como, por exemplo, a implementação de floreiras não previstas no Projeto Executivo, porém visualizadas no Projeto de Paisagismo.

7.2.5 Manifestações Patológicas

O surgimento de manifestações patológicas com a obra ainda em andamento pode incidir em fatores como o planejamento e o custo do empreendimento, devido a problemas como a deterioração dos elementos construtivos, fazendo com que a construtora execute retrabalhos de serviços já finalizados. Com isso, era de extrema importância que a pesquisa avaliasse a distribuição dos tipos de serviços que são mais afetados por manifestações patológicas, como informa a figura 39.

Figura 39 – Incidência de retrabalho em atividades devido a manifestações patológicas



(fonte: elaborado pelo autor)

Com base na análise da figura 39, pode-se concluir que as atividades de “Cerâmica” (22%) e “Instalações” (37%) possuem maior incidência de retrabalho devido ao surgimento de manifestações patológicas decorrente de falhas em impermeabilizações com mantas asfálticas.

Os problemas de infiltração junto a cerâmicas em geral são encontrados em boxes de banheiros, devido a uma série de fatores que vai desde a especificação incorreta de materiais impermeabilizantes, o uso incorreto da área impermeabilizada. A manutenção de mantas asfálticas embutidas em um revestimento cerâmico, além de possuir pouquíssimas soluções de reparo sem a retirada do revestimento, possui um alto parâmetro de custo e mão-de-obra, tendo em vista a necessidade de retirar uma série de camadas que compõe o revestimento, além das cerâmicas serem consideradas um material de custo elevado se comparado com outros tipos de revestimento.

Já as instalações que normalmente são deterioradas e necessitam de substituição devido a problemas na manta asfáltica são, em geral, as instalações elétricas. Devido à infiltração de água dentro de tubulações elétricas, acaba se deteriorando fiações e equipamentos que estão interligados por esses eletrodutos, e exigindo um reparo de materiais que podem possuir um preço elevado.

O quadro 8 descreve as principais técnicas e medidas avaliadas pelos entrevistados que as construtoras e as empresas de impermeabilização devem considerar para evitar o surgimento de manifestações patológicas e garantir a eficiência dos sistemas de impermeabilização.

Quadro 8 – Medidas para garantir a eficiência de uma impermeabilização

Por parte da construtora	Frequência (%)	Por parte da empresa de impermeabilização	Frequência (%)
Não acatar as recomendações por parte da empresa de impermeabilização;	20	Não executar a proteção mecânica;	10
Desconsiderar as medidas que devem ser tomadas junto aos detalhes técnicos da impermeabilização;	20	Não executar o teste de estanqueidade (principalmente em juntas de dilatação);	30
Permitir o trânsito de pessoas em áreas não liberadas pela empresa de impermeabilização;	40	Não orientar a construtora com as recomendações necessárias após a execução do serviço;	10
Não executar um controle na execução do serviço;	10	Executar o serviço sem uma preparação e limpeza adequada do substrato;	40
Compra de materiais de baixa qualidade, visando uma redução no custo;	10	Utilizar materiais inadequados na execução;	10
Cumprimento das diretrizes de projeto;	30	Não informar em danos na manta asfáltica;	10
Programar atividades em áreas onde está sendo executado o sistema de impermeabilização;	20	Não cumprimento do aplicador dos requisitos necessários para a eficácia do sistema de impermeabilização;	10
Preocupação maior com o cronograma da obra, e não com a qualidade da impermeabilização;	40	Desconsiderar as medidas que devem ser tomadas junto aos detalhes técnicos da impermeabilização;	20
Demora na execução do revestimento sobre a proteção mecânica;	10	Executar o serviço em uma etapa indevida do andamento da obra;	10
Não executar uma compatibilização de projetos;	10		
Não conscientização da importância da impermeabilização;	10		

(fonte: elaborado pelo autor)

Pode-se constatar que, com base no quadro 8, para garantir uma maior eficiência dos sistemas de impermeabilização, as construtoras da região da Grande Porto Alegre devem possuir uma

maior preocupação com a qualidade na execução da impermeabilização, tendo em vista que o cronograma da obra é, em geral, visto em comparação como de maior relevância, influenciando na qualidade da etapa de impermeabilização. Além disso, essa maior preocupação com o prazo da edificação pode acabar gerando a liberação de atividades sobre a impermeabilização não protegida, deteriorando o material, e gerando retrabalhos, e, com isso, um maior prazo na execução do serviço.

Já as empresas de impermeabilização, para elevar a efetividade do sistema de impermeabilização, devem, com base nas medidas propostas pelos entrevistados, executar o serviço sempre em um substrato regularizado e adequado, não devendo, por exemplo, executar a atividade em local impróprio devido a exigências e pressão da construtora contratante. Além disso, deve-se sempre executar o teste de estanqueidade em locais impermeabilizados.

Para finalizar a pesquisa, foi proposto aos responsáveis técnicos de cada empresa e projetistas que, de maneira dissertativa, apontassem pelo menos três dos principais locais e causas de manifestações patológicas na região da Grande Porto Alegre. O quadro 9 sistematiza essa parte da pesquisa, apontando a incidência de cada parâmetro, e exemplificando as principais origens de manifestações patológicas nos locais avaliados, com base na pesquisa bibliográfica do trabalho.

Quadro 9 – Locais e causas das principais manifestações patológicas na Região da Grande Porto Alegre

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS			
Locais de Manifestação	Frequência (%)	Causas das manifestações	Frequência (%)
Infiltrações junto aos ralos	60	Execução inapropriada do arremate/reforço da impermeabilização ao redor do ralo;	50
		Entupimento da tubulação;	30
		Inapropriada execução da limpeza do ralo em box de banheiros, provocando cortes na manta;	20
		Tubulação subdimensionada, gerando um contra fluxo;	10
		Falha na ligação do ralo com a laje, gerando movimentações e rompendo a impermeabilização;	10
Infiltrações junto a rodapés	50	Não execução da elevação da impermeabilização junto a parâmetros verticais;	20
		Especificação inadequada do material, tanto o impermeabilizante, quanto a utilização de blocos na alvenaria com problemas de estanqueidade;	20
		Rompimento da manta devido às movimentações da estrutura;	10
		Desprendimento do emboço junto as paredes, devido a uma espessura inferior a 2 cm do revestimento, ou, a não colocação de tela de armação na execução do emboço;	10
		Não tratamento adequado de juntas verticais ou periféricas;	20

Infiltrações em lajes	50	Agressões na impermeabilização devido ao trânsito de terceiros, devido a uma falta de planejamento e controle;	40
		Não especificação de impermeabilização em elementos construtivos que necessitam possuir estanqueidade a passagem de água ou outros fluídos;	20
		Sobrepeso na estrutura;	20
		Puncionamento (objetos que caem na manta asfáltica desprotegida);	10
		Manifestação junto a fissuras, devido a emendas da manta mal executadas;	10
		Infiltração em pontos diversos devido a instalação de acabamentos ou outros elementos em pontos já impermeabilizados	10
Infiltrações em soleiras	40	Desnível insuficiente ou inexistente;	40
		Transpasse da impermeabilização adentrando a área interna insuficiente ou inexistente;	10
Infiltrações devido a instalações	10	Implementação de ralos que não constavam em projeto após a execução do sistema de impermeabilização;	20
		Vazamento nas lajes devido a instalação de tubulações hidráulicas abaixo da manta e sobre a laje;	10
Infiltrações nas juntas de dilatação	10	Execução e especificação inadequada da junta, travando os elementos, e denegrindo a manta;	10

Infiltrações devido a floreiras	10	Construção de floreiras sobre uma manta comum, e não uma manta anti-raíz;	10
Infiltrações nos telhados	10	Rachaduras nas telhas, ou em problemas de transpasse entre os elementos;	10

(fonte: elaborado pelo autor)

Com base no quadro 9, as infiltrações junto a Ralos, Rodapés, Soleiras, e Lajes em geral são os principais parâmetros avaliados pelos entrevistados como locais de maior incidência de manifestação patológica em edificações.

Os **ralos**, com 60% dos entrevistados citando-o na pesquisa, foram considerados os pontos de maior origem de manifestações patológicas em uma edificação na região da Grande Porto Alegre. A execução inapropriada do reforço da impermeabilização junto aos ralos (50%) foi considerada a principal causa para o surgimento de manifestações patológicas em uma edificação, devido, provavelmente, a uma mão-de-obra despreparada e uma falta de controle por parte dos responsáveis pela execução do serviço. As manifestações patológicas em um ralo devido ao entupimento da tubulação (30%), de acordo com Pinto (1996, p. 69), também podem ocorrer devido à falta de prolongamento entre a caixa sifonada e o ralo, permitindo o contato da água com a superfície ao redor dos mesmos quando ocorre o transbordamento, provocando **gotejamento de água** na superfície da laje, causadas pela percolação de água nestas superfícies adjacentes aos coletores.

As infiltrações junto a **rodapés** (50%) foram avaliadas com causas principais relacionadas a não execução da elevação da impermeabilização nos parâmetros verticais. Em locais com desnível do piso junto a rodapés há a incidência de acúmulo de água, a qual penetra na alvenaria por capilaridade, manifestando-se na forma de **manchas de umidade** com alturas variáveis, na superfície da alvenaria (PINTO, 1996, p. 77).

Manifestações patológicas junto a **lajes** foram citadas de maneira mais veemente na pesquisa devido a falhas causadas pelo trânsito de pedestres e materiais (40%), graças a uma falta de controle por parte dos responsáveis pela administração do empreendimento. A não

especificação de impermeabilização em determinados locais de uma laje (20%), de acordo com Pinto (1996, p. 32), permite a percolação de água da chuva, alcançando fissuras transversais da estrutura de concreto, provocando a **corrosão** visível nas ferragens próximas a essas fissuras.

Desníveis insuficientes junto a **soleiras** (40%) podem ocasionar o empoçamento entre a região interna e externa, com a água adentrando no local não impermeabilizado. Uma das principais manifestações que podem ocorrer graças a essa falta é a desnível é o **descolamento** do material da soleira e do revestimento do ambiente interno, com a água penetrando junto a rejuntas e também em peças com alta porosidade e baixa estanqueidade.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa focou-se no estudo das manifestações patológicas relacionadas a falhas em um sistema de impermeabilização especificado com mantas asfálticas, propondo identificar as causas e as origens dessas manifestações originadas por problemas de estanqueidade, e principais parâmetros e técnicas envolvidas nesse assunto. A principal contribuição do trabalho foi a identificação das maiores incidências de falhas na impermeabilização, e com base em levantamento realizado em empresas e projetistas especialistas em impermeabilizações, também a distribuição dessas falhas em obras na região de Grande Porto Alegre, além das técnicas construtivas de maior importância para a eficácia na estanqueidade de uma edificação, mais a redução no surgimento de manifestações patológicas.

No atual panorama da região porto-alegrense e arredores, pode-se avaliar que a utilização de projetos com detalhes específicos de impermeabilização ainda não é uma prática comum no meio construtivo, com as construtoras considerando o projeto de impermeabilização de menor relevância quando comparado com outros projetos, e possuindo um custo desnecessário para o andamento da construção. Contudo, apesar desse descaso em relação a uma maior instrução quanto a uma formalização dos detalhes técnicos na execução de uma impermeabilização, pode-se analisar um avanço na mentalidade das construtoras da região em quesitos relacionados à importância da impermeabilização, apesar dessa mentalidade ainda não poder ser considerada ideal, tendo em vista que esse pensamento por parte das construtoras ainda se encontra em processo de conscientização, comprovada pela baixa incidência na utilização de projetos com detalhes específicos de impermeabilização.

A pequena parcela de construtoras que tem se valido da utilização de projetos de impermeabilização, em geral, tem se preocupado com a etapa de elaboração do mesmo, implementado esse projeto junto com os projetos estruturais, visando uma melhor compatibilização, e reduzindo futuras interferências na execução da impermeabilização desde o início da obra. Baseado em experiências anteriores, as empresas tem investido em um projeto de impermeabilização a fim de evitar um aumento no custo final do empreendimento, com a utilização do projeto sendo uma espécie de investimento inicial, a fim de evitar

retrabalhos nos elementos construtivos ao longo, e futuras manutenções na entrega do empreendimento.

A utilização de mantas asfálticas ainda possui grande incidência nas obras da região analisada, principalmente em função da facilidade e rapidez na execução do serviço, com a atividade conseguindo ser incorporada em praticamente todos os tipos de planejamento de obra. O sistema de mantas aderidas possui uma maior utilização em comparação com o sistema flutuante, com base na análise de sua maior utilização apontada na pesquisa, na mentalidade de que o sistema aderido é menos propenso para a manifestação de patologias, e, a ideia de que o sistema flutuante possui maiores dificuldades para a análise dos pontos de infiltração em uma laje, com a visão de que a água pode transitar por baixa do material, se manifestando em um ponto distinto da falha na impermeabilização.

Na especificação de uma manta asfáltica, a avaliação de fatores como a utilização, as dimensões e as solicitações que incidem na área a ser impermeabilizada são as principais recomendações abordadas pelos especialistas que participaram da pesquisa. A não avaliação ou modificação desses parâmetros podem gerar falhas permanentes no sistema de impermeabilização, ocasionando retrabalhos na impermeabilização e em outros elementos construtivos.

Apesar das empresas de impermeabilização avaliarem uma melhora na conscientização da importância da impermeabilização, nota-se que as principais falhas em um sistema de impermeabilização se encontram nos detalhes técnicos de impermeabilização, não havendo uma preparação ideal nesses pontos, muito em função de problemas de planejamento por parte da administração da obra. Percebe-se que, apesar da ideia inicial das empresas é se ter um maior comprometimento com os serviços de impermeabilização, fatores como o atraso em outras atividades e a falta de planejamento em atividades predecessoras da impermeabilização forçam as empresas a denegrirem o sistema de impermeabilização já finalizado e testado, demonstrando, muitas vezes, um desconhecimento técnico dos profissionais responsáveis pela obra em função dessas atitudes.

Ficou evidente na pesquisa que a comunicação entre a empresa prestadora do serviço de impermeabilização e a construtora é de fundamental importância para a otimização do serviço de impermeabilização. No surgimento de manifestações patológicas, deve ser informado de prontidão a empresas impermeabilizante, partindo dela as soluções que devem ser abordadas

para a solução do problema, evitando a utilização de técnicas e matérias sem a recomendação da empresa. É de grande relevância que um sistema de impermeabilização que se encontre danificado ou que necessite se denegrir seja apenas retirado e manuseado pela empresa responsável, a fim de evitar uma maior danificação no material, sempre se executando o teste de estanqueidade após o reparo do serviço.

Dentro da amostra analisada, pode-se evidenciar uma distribuição regular na incidência dos tipos de falhas que promovem manifestações patológicas, porém as falhas devido ao projeto e as falhas devido à execução tiveram uma maior frequência dentro da amostra. Percebeu-se que as maiores incidência de falhas estão relacionadas com deflagrantes problemas no planejamento da empresa, tanto em um planejamento inicial e em longo prazo, evidenciado pelo alto índice de ocorrências de falhas devido à falta de compatibilização de projetos, quanto a um planejamento em curto prazo e já na execução das atividades de impermeabilização, como aponta os altos índices de falhas devido a execução tardia de atividades predecessoras da impermeabilização, e o não cumprimento de serviços essenciais, como, por exemplo, a limpeza do substrato e a execução da proteção mecânica logo após o teste de estanqueidade.

As principais manifestações que ocorrem na região de Porto Alegre identificadas pelas empresas podem ser relacionadas principalmente com os detalhes específicos na impermeabilização, podendo ser originadas de diversos fatores como analisado. Cabe à construtora tomar as devidas providências, desde a análise da região a ser impermeabilizada para a especificação dos materiais, passando por rígido controle na execução da impermeabilização, e tomando as devidas providências na utilização da área impermeabilizada, passando aos futuros responsáveis pelo empreendimento após a entrega as principais medidas e parâmetros que devem ser avaliados a fim de evitar manifestações patológicas na edificação.

8.1 SUGESTÕES PARA NOVOS TRABALHOS

Para futuros trabalhos, podem ser colocadas as seguintes questões:

- a) aplicação nacional do questionário: aplicando questionário em outras regiões, a fim de identificar o panorama nacional;

- b) incidência dos tipos de manifestações patológicas: identificação dos principais tipos de manifestações patológicas na região da Grande Porto Alegre, avaliando a incidência de cada manifestação, e em que pontos elas se originam com maior frequência;
- c) avaliação de um projeto de impermeabilização: avaliação dos principais parâmetros que devem ser abordados em um projeto, apontando os maiores problemas de compatibilização que ocorrem, e avaliando a real necessidade de um projeto para cada tipo de obra.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9952**: Mantas asfálticas para a impermeabilização. Rio de Janeiro, 2007.

BORTOLINI, A. **Projeto de revestimento cerâmico em fachada**: detalhes arquitetônicos e construtivos visando à redução da incidência de manifestações patológicas. 2015. 66 f. Trabalho de diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

CRUZ, J. H. P. **Manifestações patológicas de impermeabilização com uso do sistema não aderido de mantas asfálticas**: avaliação e análise com auxílio de sistema multimídia. 2003. 166 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CUNHA, A. G. da; NEUMANN, W. **Manual de impermeabilização e isolamento térmico**: como proteger e executar. 5 ed. Rio de Janeiro: Texsa, 1979. 227 p.

KLEIN, C. R. de M. **Impermeabilização em lajes de cobertura**: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre. 2002. 111 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

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

PINTO, J. A. do N. **Patologias de impermeabilização**. 1. ed. Santa Maria: MultiPress, 1996. 247 p.

PIRONDI, Z. **Manual prático da impermeabilização e de isolamento térmica**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1988. 303 p.

POYASTRO, P. C. **Influência da volumetria e das condições de entorno da edificação no manchamento e infiltração de água em fachadas por ação de uma chuva dirigida.** 2011. 215 f. Dissertação (Mestre em Engenharia na modalidade acadêmico) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

ROSA, R. P. da. **Consumo energético para produção de blocos de concreto:** estudo comparativo com blocos cerâmicos através da avaliação do ciclo de vida. 2010. 59 f. Trabalho de diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

VERÇOSA, J. E. **Impermeabilização na construção.** 2. ed. São Paulo: Pini, 1986. 151 p.

APÊNDICE A – Questionário Aplicado

Reconhecimento do Panorama Porto Alegrense Quanto às Manifestações Patológicas na execução e uso de Mantas Asfálticas

Caro entrevistado,

Esse questionário é parte de uma pesquisa de cunho científico de graduação em engenharia civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que tem como objetivo identificar o panorama na região da Grande Porto Alegre de Manifestações Patológicas em impermeabilizações com mantas asfálticas.

O entrevistador e a universidade garantem que as informações fornecidas são confidenciais, anônimas e respeitam as éticas de pesquisa, serão utilizadas somente para fins acadêmicos.

As questões foram elaboradas de maneira objetiva, abordado aspectos fundamentais para a elaboração de uma sistematização das manifestações patológicas na Grande Porto Alegre. As questões são abordadas de quatro maneiras distintas:

1º) **Questões de Múltipla Escolha**, onde o entrevistado escolhe apenas uma alternativa dentre as propostas, que mais está de acordo com a sua opinião;

2º) **Questões Dissertativas**, onde o entrevistado expõe sua opinião de maneira sucinta e objetiva;

3º) **Questão de Estipular**, onde o entrevistado estipula em porcentagem (%) a incidência de determinados parâmetros;

4º) **Questões Avaliativas**, onde o entrevistado avalia os parâmetros abordados, com base em sua opinião e experiência, com uma nota de 5 a 1 (podendo se repetir os valores), onde:

- **5: Parâmetro principal, de importância máxima;**
- **4: Parâmetro de grande importância;**
- **3: Parâmetro de média importância;**
- **2: Parâmetro de baixa importância;**
- **1: Parâmetro de mínima importância ou praticamente nula.**

Responsável pelas Informações

Nome:	
Profissão:	Cargo/Função:
Empresa:	Tempo de atuação da empresa (anos):

Projetos de Impermeabilização

<p>1. Qual o percentual (aproximado) de empresas/construtoras que possuem o projeto de impermeabilização?</p> <p>() 5%.</p> <p>() 10%.</p> <p>() 20%.</p> <p>() 30%.</p> <p>() 40%.</p> <p>() 50%.</p> <p>() Acima de 50%.</p> <p>() Não sei informar.</p>	<p>2. Em construtoras que utilizam um projeto de impermeabilização, quando esse projeto é realizado?</p> <p>() Junto com os projetos arquitetônicos, estruturais e de instalação.</p> <p>() Junto com a contratação da mão-de-obra.</p> <p>() Antes da execução da impermeabilização.</p> <p>() Durante a execução da impermeabilização.</p> <p>() Não tenho essa informação.</p> <p>() Em outro período. Qual: _____</p>
<p>3. Avalie de 5 a 1 (podendo se repetir os valores, onde 5 são de importância máxima), o grau de importância dos motivos que ainda fazem com que as construtoras não tomem as devidas providências em relação à necessidade de se possuir um projeto de impermeabilização:</p> <p>() Custo.</p> <p>() Desconhecimento.</p> <p>() Consideram de importância irrelevante.</p> <p>() Custo-benefício.</p> <p>() Falta de Planejamento.</p> <p>() Prazo.</p>	<p>4. Avalie de 5 a 1 (podendo se repetir os valores, onde 5 são de importância máxima), a relevância dos motivos que levam as empresas a buscarem a implantação de um projeto de impermeabilização:</p> <p>() Estanqueidade.</p> <p>() Durabilidade.</p> <p>() Atender a Norma de Desempenho.</p> <p>() Reduzir possíveis retrabalhos.</p> <p>() Evitar futuras manutenções.</p> <p>() Minimizar o aparecimento de manifestações patológicas.</p>

Outro. Especifique: _____

Outro. Especifique: _____

5. A falta de compatibilização de projetos estruturais, arquitetônicos e de instalação em relação a detalhes técnicos da impermeabilização ainda é um problema recorrente na construção civil. Cite três problemas que esse fator pode ocasionar:

1)

2)

3)

6. As empresas de construção civil já se conscientizaram de que a impermeabilização é uma etapa de extrema importância para o desempenho do empreendimento, ou ainda a veem como apenas uma etapa secundária, em relação à estrutura e aos revestimentos, por exemplo?

Sim, há uma conscientização.

Não.

Estão começando a ter essa conscientização.

7. Na falta de um projeto específico, são criadas muitas soluções com pouco conhecimento técnico na impermeabilização, utilizando técnicas que a equipe da obra acredita ser mais adequada, podendo deteriorar e/ou inutilizar a impermeabilização. Cite alguma(s) técnica(s) inadequada(s) de execução que você já presenciou em um canteiro:

Mantas Asfálticas

<p>1. Em sua opinião, qual dos métodos de fixação de mantas asfálticas minimiza o surgimento de manifestações patológicas (marque com X apenas uma alternativa):</p> <p>() Flutuante.</p> <p>() Aderido.</p> <p>() Semi-aderido.</p> <p>() Nenhum método específico.</p>	<p>2. Estipule (%) quais métodos de fixação de mantas asfálticas são mais utilizados na Região da Grande Porto Alegre:</p> <p>_____ % Flutuante.</p> <p>_____ % Aderido.</p> <p>_____ % Semi-aderido.</p>
<p>3. Muito se discute entre autores o fato de que a manta asfáltica flutuante dificulta na análise de origens de pontos de infiltração.</p> <p>() Concordo plenamente.</p> <p>() Concordo parcialmente.</p> <p>() Discordo plenamente.</p>	<p>4. Em relação à camada de regularização do substrato a ser impermeabilizado, você acha que:</p> <p>() É imprescindível a sua execução.</p> <p>() É aconselhável sua execução.</p> <p>() Deve ser evitada a sua execução, cabendo à estrutura possuir os requisitos necessários para a execução da impermeabilização.</p>
<p>5. Quais são os principais parâmetros para a especificação de uma impermeabilização, visando à redução no aparecimento de manifestações patológicas?</p>	

Detalhes Construtivos da Impermeabilização

<p>1. Avalie de 5 a 1 (podendo se repetir os valores, onde 5 são de importância máxima), a relevância na incidência de manifestações patológicas em mantas asfálticas devido ao mau planejamento e</p>	<p>2. Avalie de 5 a 1 (podendo se repetir os valores, onde 5 são de importância máxima), o grau de importância que as construtoras/empreiteiras dão para os seguintes detalhes construtivos na</p>
--	--

<p>execução dos seguintes detalhes construtivos:</p> <p><input type="checkbox"/> Rodapé.</p> <p><input type="checkbox"/> Inclinação do plano.</p> <p><input type="checkbox"/> Soleira.</p> <p><input type="checkbox"/> Ralo.</p> <p><input type="checkbox"/> Tubulações.</p> <p><input type="checkbox"/> Juntas.</p> <p><input type="checkbox"/> Desníveis.</p> <p><input type="checkbox"/> Encontro de planos.</p> <p><input type="checkbox"/> Emendas.</p>	<p>execução de uma manta asfáltica:</p> <p><input type="checkbox"/> Rodapé.</p> <p><input type="checkbox"/> Inclinação do plano.</p> <p><input type="checkbox"/> Soleira.</p> <p><input type="checkbox"/> Ralo.</p> <p><input type="checkbox"/> Tubulações.</p> <p><input type="checkbox"/> Juntas.</p> <p><input type="checkbox"/> Desníveis.</p> <p><input type="checkbox"/> Encontro de planos.</p> <p><input type="checkbox"/> Emendas.</p>
<p>3. Além de detalhes especificados em norma (rodapé, soleira, ralo, tubulações, desnível, juntas, emendas), existe(m) outro(s) tipo(s) de detalhe(s) que deve(m) ser levados em consideração na execução de uma impermeabilização com mantas asfálticas, com o objetivo de melhorar o desempenho do sistema de impermeabilização?</p> <p><input type="checkbox"/> Não.</p> <p><input type="checkbox"/> Sim. Cite-os: _____</p>	
<p>4. Para melhor execução da manta asfáltica, o projeto hidráulico deve ser compatibilizado a fim dos ralos manterem uma distância de pelo menos 10 cm em relação às paredes para melhor ancoragem da manta. Isso tem se aplicado nos projetos dos empreendimentos da Grande Porto Alegre?</p> <p><input type="checkbox"/> Sempre.</p> <p><input type="checkbox"/> Algumas vezes.</p> <p><input type="checkbox"/> Nunca.</p>	<p>5. As juntas de dilatação devem ser divisoras de água para uma impermeabilização, com cotas mais elevadas. Quais cuidados devem ser tomados na execução e especificação de uma junta, a fim de evitar manifestações patológicas?</p>

<p>6. Avaliem de 5 a 1 (podendo se repetir os valores, onde 5 são de importância máxima), os fatores responsáveis pela execução inapropriada dos detalhes construtivos da impermeabilização:</p> <p>() Planejamento.</p> <p>() Custo.</p> <p>() Conhecimento técnico.</p> <p>() Controle.</p> <p>() Prazo.</p> <p>() Outro. Especifique: _____</p>	<p>7. Em caso de necessidade, devido à falta de planejamento, ao fazer aberturas na manta asfáltica, quais os cuidados principais que se deve tomar?</p>
---	--

Manifestações Patológicas

<p>1. Em sua opinião, como se dá a distribuição (%) das falhas que originam manifestações patológicas em mantas asfálticas:</p> <p>_____ % Falhas devido ao projeto.</p> <p>_____ % Falhas devido à execução.</p> <p>_____ % Falhas devido à qualidade dos materiais.</p> <p>_____ % Falhas devido à má utilização.</p>	<p>2. Avalie de 5 a 1 (podendo se repetir os valores, onde 5 são de importância máxima), o grau de importância das causas que geram falhas na manta asfáltica devido a problemas de projeto:</p> <p>() Pela ausência do projeto em si.</p> <p>() Especificação inadequada de materiais.</p> <p>() Problemas de dimensionamento.</p> <p>() Compatibilização de projetos.</p> <p>() Inexistência de caimentos em projeto.</p> <p>() Inexistência de desníveis em projeto.</p> <p>() Outros.</p> <p>Quais: _____</p>
<p>3. Avalie de 5 a 1 (podendo se repetir os valores, onde 5 são de importância máxima), o grau de importância das causas que geram falhas na manta asfáltica devido a problemas de execução:</p>	<p>4. Avalie de 5 a 1 (podendo se repetir os valores, onde 5 são de importância máxima), o grau de importância das causas que geram falhas na manta asfáltica devido a problemas na</p>

<p>() Falta de limpeza e regularização no substrato.</p> <p>() Falta de arredondamento de arestas e cantos.</p> <p>() Problemas de descolamento da manta junto à base.</p> <p>() Falhas nas emendas, devido a transpasse insuficiente.</p> <p>() Não execução de proteção após o término do serviço.</p> <p>() Execução tardia de serviços anteriores à execução da manta (ex: instalações).</p> <p>() Outros. Quais: _____</p>	<p>qualidade dos materiais:</p> <p>() Materiais não normalizados.</p> <p>() Materiais de má qualidade.</p> <p>() Materiais adulterados/fora da validade.</p> <p>() Materiais estocados no canteiro de maneira incorreta.</p> <p>() Ausência no controle de qualidade por parte da construtora.</p> <p>() Materiais adulterados pelo executor.</p> <p>() Outros. Quais: _____</p>
<p>5. Avalie de 5 a 1 (podendo se repetir os valores, onde 5 são de importância máxima), o grau de importância das causas que ocasionam falhas na manta asfáltica devido a problemas devido à má utilização da impermeabilização:</p> <p>() Depósito de materiais sobre a manta ainda desprotegida.</p> <p>() Perfuração devido a instalações de materiais (ex: antenas) que penetrem no revestimento e no sistema de impermeabilização.</p> <p>() Troca/retrabalho na camada de revestimento.</p> <p>() Mudança na utilização e nas exigências impermeabilizantes em um determinado local. (ex: instalação de floreiras não definidas em projeto.).</p> <p>() Peso excessivo das camadas de proteção e de revestimento.</p> <p>() Outros. Quais: _____</p>	<p>6. Como se dá a distribuição (%), nas obras na Grande Porto Alegre, na incidência de resserviços, devido a manifestações patológicas na manta, nas determinadas atividades:</p> <p>_____ % Alvenaria.</p> <p>_____ % Reboco/Emboço.</p> <p>_____ % Cerâmica.</p> <p>_____ % Pintura.</p> <p>_____ % Instalações.</p> <p>_____ % Elevador.</p> <p>_____ % Outras atividades.</p>

<p>7. Quais as principais medidas e preocupações que não são bem administradas ou desconsideradas que acabam elevando o surgimento de manifestações patológicas em mantas asfálticas, sendo de responsabilidade da empresa que administra o empreendimento (construtora)? (Cite três.)</p> <p>1)</p> <p>2)</p> <p>3)</p>	<p>8. Quais as principais técnicas ou medidas que em geral são desconsideradas pelo responsável pela execução do serviço (empreiteiro, encarregado, aplicador) que acabam elevando o surgimento de manifestações patológicas em mantas asfálticas? (Cite três.)</p> <p>1)</p> <p>2)</p> <p>3)</p>
---	--

9. Baseado na sua experiência em obras na Grande Porto Alegre, cite **3(três) das principais manifestações patológicas geradas, e as suas causas mais prováveis**, relacionadas a problemas de estanqueidade de uma manta asfáltica:

Manifestações Patológicas	Causas

Obrigado por se disponibilizar a participar dessa pesquisa!