



**PROCEDIMENTO VISANDO A DIMINUIÇÃO DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS NO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES
DE COBERTURA EXPOSTAS COM MANTAS ASFÁLTICAS**

SÃO PAULO
2012



EDSON UMBELINO DA COSTA

JOSÉ RICARDO PINTO

MARIO LUIZ DE MIRANDA

**PROCEDIMENTO VISANDO A DIMINUIÇÃO DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS NO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES
DE COBERTURA EXPOSTAS COM MANTAS ASFÁLTICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós Graduação em Patologia das Obras Civas, Pós-Graduação *lato sensu*, do Instituto IDD como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialista em Patologia nas Obras Civas.

Orientador: Prof. Msc. Luís César De Luca..

SÃO PAULO
2012

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos a Deus pela dádiva da vida sem a qual nada seria possível.

De modo especial a nosso estimado professor e orientador Prof. Luís Cesar De Luca, que com sua experiência, complementou nossos conhecimentos na evolução do presente trabalho.

Dos professores do curso de Pós Graduação de Patologia em Obras Civil que colaboraram com a nossa formação e às nossas estimadas famílias, sempre presentes, pela paciência, incentivo, amor e carinho.

FOLHA DE APROVAÇÃO

PROCEDIMENTO VISANDO A DIMINUIÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATÓLOGICAS NO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE COBERTURA EXPOSTAS COM MANTAS ASFÁLTICAS

Por

EDSON UMBELINO DA COSTA

JOSÉ RICARDO PINTO

MARIO LUIZ DE MIRANDA

TRABALHO APROVADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ESPECIALISTA EM PATOLOGIA NAS
OBRAS CIVIS, DO INSTITUTO IDD, PELA COMISSÃO FORMADA PELOS
PROFESSORES A SEGUIR MENCIONADOS.

São Paulo, ____ de _____ de _____.

Msc. Luís Cesar De Luca

Nome do terceiro professor integrante da banca

Nome do terceiro professor integrante da banca

RESUMO

O presente trabalho possui como tema o estudo da impermeabilização com manta asfáltica em lajes de cobertura expostas. O estudo busca apresentar procedimentos de verificação de projeto, material, execução e uso, no sistema de impermeabilização com manta asfáltica visando a estanqueidade de uma laje de cobertura exposta, cujo resultado será a minimização de suas manifestações patológicas. Sabemos que é relevante e também preocupante quantidade de manifestações patológicas ligadas a infiltrações de água e ou umidade em nossas edificações, que são incompatíveis com os níveis e estágios avançados de inovações tecnológicas que a construção civil brasileira tem vivido nos últimos anos. Por meio de uma revisão bibliográfica serão abordados todos os itens referentes a projeto, execução, materiais, execução e uso, de forma a se apurar os principais pontos que deverão ser considerados em cada fase do sistema de impermeabilização em laje de cobertura exposta com manta asfáltica. O resultado do trabalho será a apresentação de tabelas, fluxograma e procedimentos que permitam uma rápida constatação dos itens relevantes em todo o processo, de forma a se garantir o desempenho esperado do sistema de impermeabilização.

Palavras chave: Impermeabilização, Projeto, Material, Execução, Uso, Laje.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Incompatibilidade com instalações elétricas.	36
Figura 2. Falha no detalhamento	37
Figura 3. Tubulação emergente	37
Figura 4. Detalhe em passagem em nível	38
Figura 5. Detalhe Ralo	39
Figura 6. Detalhe do coletor de agua	39
Figura 7. Detalhe de inclinação e distância	40
Figura 8. Detalhe de rodapé e reforço	41
Figura 9. Detalhe da ancoragem da manta na parede	41
Figura 10. Detalhe com isolamento térmico, mastique e rufo metálico	42
Figura 11. Estocagem inadequada de materiais	43
Figura 12. Estocagem adequada de materiais	43
Figura 13. Parâmetro de Ensaio em Manta asfáltica	44
Figura 14. Área em processo de limpeza	45
Figura 15. Arredondamento do canto	45
Figura 16. Ferramentas e utensílios	46
Figura 17. Imprimação e colagem da manta asfáltica	46
Figura 18. Imprimação e colagem de manta asfáltica	47
Figura 19. Detalhe típico de acabamento em ralo	47
Figura 20. Detalhe de arremate em ralo	48
Figura 21. Detalhe de arremate em ralo concluída	48
Figura 22. Detalhe de engastamento da manta na parede	49
Figura 23. Altura da virada e largura da emenda de sobreposição	49
Figura 24. Teste de estanqueidade	50
Figura 25. Falha de impermeabilização em junta de dilatação	51
Figura 26. Detalhe de juntas e bases de antenas	51

Figura 27. Uso inadequado em laje com manta asfáltica	52
Figura 28. Trinca e revestimento de parede na altura do rodapé	53
Figura 29. Desplacamento da manta asfáltica na altura do rodapé	53
Figura 30. Fixação inadequada sobre o sistema de impermeabilização	54
Figura 31. Fixação adequada de elemento sobre o sistema de impermeabilização	55
Figura 32. Equipamento de alta pressão	56
Figura 33. Paisagismo adequado	57
Figura 34. Paisagismo inadequado	57
Figura 35. Fluxograma	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.....	60
Tabela 2.....	60
Tabela 3.....	61
Tabela 4.....	61

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	3
FOLHA DE APROVAÇÃO	4
RESUMO.....	5
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	6
LISTA DE TABELAS	8
SUMÁRIO.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA.....	11
1.2. OBJETIVOS.....	11
1.2.1. Objetivo Geral	11
1.2.2. Objetivos Específicos	11
1.3. HIPÓTESE	11
1.4. JUSTIFICATIVAS	12
1.4.1. Tecnológicas.....	12
1.4.2. Econômicas	12
1.4.3. Sociais	13
1.4.4. Ecológicas	13
1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	14
1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1. SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	16
2.1.1. Projeto	17
2.1.1.1 Interface do Projeto de Impermeabilização.....	21
2.1.1.2 Detalhes Construtivos.....	23
2.1.1.3 Estudo Preliminar.....	25
2.1.1.4 Projeto Básico de Impermeabilização.....	25
2.1.1.5 Projeto Executivo de Impermeabilização.....	26

2.1.2. Materiais	27
2.1.3. Execução	29
2.1.4. Uso	32
3. PROCEDIMENTOS DE VERIFICAÇÃO	35
3.1. PROJETO.....	35
3.2. MATERIAL	41
3.3. EXECUÇÃO	44
3.4. USO.....	Erro! Indicador não definido.
3.5. FLUXOGRAMA E TABELAS	57
3.5.1. Fluxograma.....	57
3.5.2. Tabelas.....	58
3.5.2.1 Tabela 1 - Itens a serem verificados no Projeto.....	58
3.5.2.2 Tabela 2 - Itens a serem verificados nos Materiais	58
3.5.2.3 Tabela 3 - Itens a serem verificados na Execução	59
3.5.2.4 Tabela 4 - Itens a serem verificados no Uso	59
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS	
FUTUROS	60
4.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
4.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTURO	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

1. INTRODUÇÃO

O foco deste estudo é a impermeabilização de lajes de cobertura expostas com mantas asfálticas, com a análise das seguintes fases: projeto, materiais, execução e uso. Concluindo o estudo serão apresentados quadros, fluxograma e procedimentos que permitam uma rápida constatação dos itens relevantes em todo o processo, de forma a se garantir o desempenho esperado do sistema de impermeabilização.

A relevante e preocupante quantidade de manifestações patológicas ligadas a infiltrações de água em nossas edificações são incompatíveis com os níveis e estágios avançados de inovações tecnológicas que a construção civil brasileira tem vivido nos últimos anos.

Conforme Porcello (1998) essas áreas, principalmente as lajes expostas, que é o escopo desse trabalho, por serem muito utilizadas, devem receber uma atenção especial no sistema de impermeabilização, levando em conta, principalmente, que o custo deste sistema gira em torno de 1% a 3% do custo total da obra, podendo, quando a mesma não atender a seus objetivos, gerar custos de reparos na ordem de 5% a 10% do custo total da obra .

Além das questões comerciais, ou estéticas, Sabatini (1998, p. 43) destaca que “existe um consenso que o sistema de impermeabilização assume um papel importante para durabilidade das edificações”, esse fato é inquestionável, pois sabemos que água/umidade é a causadora ou ao menos desencadeadora de grande parte das tradicionais manifestações patológicas que atingem nossas edificações (BERNHOEFT; MELHADO, 2009).

Segundo Cruz (2003) as maiores causas de falha na estanqueidade de uma obra são a falta ou inexistência do projeto do sistema de impermeabilização. No entanto, algumas construtoras já encaram a impermeabilização como serviço especializado, onde os detalhes construtivos são importantes no desempenho do sistema impermeabilizante, passando a exigir dos projetistas um detalhamento.

Principais causas da ocorrência de falhas no sistema de impermeabilização:

- a) Falta do Projeto do Sistema de Impermeabilização;
- b) Material;
- c) Execução;
- d) Uso

Desta forma o trabalho busca criar um procedimento eficiente de verificação de projeto, execução, material e uso conforme as Normas vigentes aplicado no Sistema de Impermeabilização de uma laje de cobertura exposta.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

É possível se criar um procedimento de verificação de projeto, execução, material e uso, no sistema de impermeabilização visando a estanqueidade de uma laje de cobertura exposta com manta asfáltica?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

O estudo busca apresentar um procedimento de verificação de projeto, material, execução e uso, no sistema de impermeabilização visando a estanqueidade de uma laje de cobertura exposta com manta asfáltica.

1.2.2. Objetivos Específicos

Elaborar tabelas, fluxogramas e procedimentos com os principais itens que devem ser atendidos e ou verificados no sistema de impermeabilização com manta asfáltica, visando a estanqueidade de uma laje de cobertura exposta, cujo resultado será a minimização de suas manifestações patológicas.

1.3. HIPÓTESE

Muitos são os problemas de impermeabilização de lajes, sendo que os sistemas de impermeabilização de laje relaciona-se ao fato de que a impermeabilização constitui-se em um componente do subsistema vedação de grande importância para a integridade das construções.

É possível elaborar um procedimento para a verificação de projeto, material, execução e uso.

Sim, é possível.

1.4. JUSTIFICATIVAS

Elaborar tabela com os principais itens que devem ser atendidos e ou verificados, visando a estanqueidade de uma laje de cobertura exposta.

1.4.1. Tecnológicas

O estudo das manifestações patológicas de impermeabilização em lajes expostas justifica-se tecnologicamente, pela necessidade constante e permanente do aprimoramento dos conhecimentos das mais diversas formações de anomalias.

Essas, geralmente derivadas pela falta de projeto ou do mesmo inadequado, pela ineficiência dos produtos ou ainda pela mão de obra desqualificada, podem ser corrigidas obedecendo à tecnologia mais aprimorada, orientada pelas Normas Técnicas da ABNT (ABNT NBR 15.575, ABNT NBR 9575, ABNT NBR 9574, ABNT NBR 9690, ABNT NBR 9685, ABNT NBR 11797, ABNT NBR 9952 e ABNT NBR 13724) e do Ministério do Trabalho (NR 18);

1.4.2. Econômicas

As lajes expostas são áreas muito sensíveis às condições ambientais de insolação direta, agentes poluentes agressivos, deformação devido às cargas de serviço, recalque das fundações e próprio trânsito de pessoas e veículos. Essas

áreas, por serem muito utilizadas, devem receber uma atenção especial na impermeabilização, levando em conta, principalmente, que o custo gira em torno de 1% a 3% do custo total da obra.

A justificativa econômica para esse estudo se dá quando a mesma não atender a seus objetivos definidos em projeto, e suas manifestações patológicas chegam a gerar custos de reparos na ordem de 5% a 10% do custo total da obra (Porcello, 1998).

1.4.3. Sociais

As manifestações patológicas de falta de impermeabilização em lajes expostas podem provocar, pela presença constante da umidade nos ambientes, danos contra a saúde com a presença de agentes nocivos acima dos limites de tolerância, e da segurança das pessoas, perda excessiva de desempenho, causando aumento de custo, comprometimento sensível de vida útil e desvalorização acentuada da construção.

Assim, a justificativa desse estudo se dá em razão de se evitar essas diversas anomalias e seus efeitos desastrosos.

1.4.4. Ecológicas

As lajes expostas são áreas que, uma vez impermeabilizadas, não formam por si só justificativas ecológicas.

É possível, no entanto, atingir justificativas ecológicas para as mesmas projetando-as como sistemas alternativos de coberturas ecológicas, muito conhecidas na atualidade.

Assim, a justificativa ecológica se dá adequando-se os projetos alternativos de sistemas de impermeabilização com a visão de sustentabilidade que incorporam requisitos de responsabilidade ecológica, tais como vegetação em fachadas e em coberturas, de maneira que se evite o consumo de recursos naturais acima de suas

possibilidades de recuperação, e se reduza a produção de resíduos aquém daqueles que o meio pode absorver de forma natural.

1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo se caracteriza de forma inicial pelo levantamento de referenciais teóricos, com a seleção da literatura para sustentação, discussão do pensamento acerca do tema e análise dos fatos na verificação dos conceitos teóricos, seguindo-se pela verificação e confrontação das respectivas definições.

Para atingir os objetivos pré-estabelecidos neste trabalho, serão seguidos os seguintes passos:

- a) Ampla revisão bibliográfica, com o levantamento dos principais itens;
- b) Organização da informação em forma de tabelas, fluxograma e procedimentos.

1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O presente Capítulo refere-se à parte introdutória, apresentando o problema de pesquisa e seus objetivos, além de mostrar as justificativas para a realização deste estudo e os procedimentos metodológicos a serem adotados.

Já o Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica, conceituando temas como a elaboração de projeto para sistemas de impermeabilização, análise das falhas na execução, problemas relativos à qualidade do material empregado e detalhes envolvendo o aspecto do uso.

O Capítulo 3 apresenta os procedimentos para as fases de projeto, materiais, execução e uso, com os itens analisados, fluxograma e quadros correlacionando os

diversos itens em cada fase, que devem ser verificados no sistema de impermeabilização em laje de cobertura exposta.

E por fim o Capítulo 4 contém as considerações finais e as recomendações para trabalhos futuros.

Este capítulo mostrou os fundamentos do trabalho desde o problema da pesquisa, seus objetivos, suas justificativas e os procedimentos metodológicos, até a sua apresentação. O capítulo seguinte, apresentará a revisão bibliográfica na qual foram baseadas a elaboração dos procedimentos, fluxograma e quadros que serão expostos no capítulo 3.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O capítulo inicial apresentou os objetivos e justificativos do presente trabalho, mostrando como ele será executado e apresentado.

Já neste capítulo serão abordados os diversos aspectos relacionados com o tema do trabalho, como sistema de impermeabilização em lajes expostas de cobertura, projeto, materiais, execução e uso, por meio de pesquisas em publicações técnicas, livros editados, normas técnicas, dissertações de mestrado e teses de doutorado.

Os dados apresentados neste capítulo servirão de base para a elaboração dos procedimentos, fluxograma e quadros que serão expostos no capítulo seguinte.

2.1. SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Segundo Cunha e Neuman (1985) a impermeabilização carrega o estigma de certo mistério provocado pela grande variedade de produtos e sistemas que são oferecidos, com características e custos díspares ou pela sofisticação da argumentação técnica, para compelir os que não têm conhecimento, aterem a imagem de uma solução difícil que confunde os leigos e motiva as pessoas a fugirem da impermeabilização.

Para Siqueira (1986) conclui que para se obter um sistema impermeável é fundamental executar processos complementares completos. Destaca-se a grande importância das transições e todos os cuidados para dimensionar as cargas permanentes ou acidentais a fim de se obter resistências compatíveis.

De acordo Pezzolo (1992) as falhas na impermeabilização podem trazer graves consequências como a danificação de acabamento e necessidade de quebra e re execução da impermeabilização.

Na visão de Pizzi (1991) sobre manifestações patológicas na Argentina, também afirma que pelo menos 50% desses problemas está relacionado com a falta de impermeabilização.

No Brasil, ainda não se disponha de dados seguros quanto a ocorrência de manifestações patológicas nos edifícios relacionados a impermeabilização, Rocha (1995) destaca que os técnicos envolvidos nessa área estimam que mais de 50% dos problemas em edificações se relacionam com a impermeabilização.

Segundo a ABNT NBR 9575(2010), todo o tipo de impermeabilização a ser empregado na construção civil deve ser determinado segundo a solicitação imposta pelo fluido nas partes construtivas que requeiram estanqueidade. A solicitação pode ocorrer de quatro formas distintas, conforme a seguir:

- a) imposta pela água de percolação;
- b) imposta pela água de condensação;
- c) imposta pela umidade do solo;
- d) imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

2.1.1. Projeto

No 3º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, realizado em Porto Alegre, em 1982, as duas principais recomendações finais são abaixo transcritas:

- Que haja projeto de impermeabilização como parte integrante do projeto da obra.
- Que a contratação de serviços de impermeabilização deverá ser celebrada com empresas efetivamente qualificadas como especializadas na atividade, e devidamente registradas nos órgãos competentes.

De fato, segundo Cambiachi (1992, p. 23), a eficácia de um bom projeto proporciona menos desperdício, menores custos e menores prazos de execução, e, portanto maior rentabilidade no seu aspecto mais amplo.

Para Picchi (1984, p. 19) a terminologia ABNT NBR 8083 define sistema de impermeabilização como “conjunto de materiais que uma vez aplicados, conferem impermeabilização as construções”. Um sistema de impermeabilização, portanto, é definido não só pelos materiais, mas também por uma técnica de aplicação.

Dentro desse quadro, segundo Picchi (1986) uma das tarefas mais difíceis que se coloca para os engenheiros é a obtenção de respostas para questões relacionadas com a correta utilização dos diferentes sistemas. Para que tipos de aplicação ou de solicitações de água um dado sistema de impermeabilização é adequado? Como este sistema se compatibiliza com as outras partes da cobertura, tais como estrutura portante, isolamento térmica para a escolha destas opções? Que parâmetros se têm para a escolha do (s) sistema (s) mais adequado (s) para uma dada situação?

Para Borigato (1992), ainda é reduzido o número de construtoras que elaboram o projeto de impermeabilização nas fases iniciais dos projetos. Conforme o autor, quando se considera a necessidade de impermeabilização, normalmente “toda a estrutura e instalação já foram executadas, restando pouco a ser feito no projeto de impermeabilização. Na maioria dos casos, se faz o projeto de adaptação da impermeabilização.”.

Segundo Storte (2011) a inexistência do projeto de impermeabilização tem sido uma das maiores causas de insucesso na estanqueidade de uma obra. No entanto, algumas construtoras já encaram a impermeabilização como serviço especializado, onde os detalhes construtivos são importantes no desempenho do

sistema impermeabilizante, passando a exigir dos projetistas um detalhamento dos serviços de impermeabilização.

Segundo Ussan (1984) normalmente quando ocorre uma infiltração ou vazamento em uma área impermeabilizada, ou mesmo próximo a ela, imediatamente a reclamação é dirigida à empresa ou responsável pela impermeabilização, sem ao mesmo o reclamante certificar-se se a origem do problema é ou não da impermeabilização.

Conforme ABNT NBR 9575(2010), que teve sua primeira versão em 1986, foi revisada em 2003 e em 2010, dentre outros aspectos importantes determina a necessidade de elaboração do projeto de impermeabilização a “edificações e construções em geral, em execução ou sujeitas a acréscimo ou reconstrução, ou ainda àquelas submetidas a pequenas reformas ou reparos”.

A ABNT NBR 9575(2010), denominada: “Impermeabilização – seleção e projeto” estabelecem as exigências e recomendações relativas à seleção e projeto de impermeabilização, para que sejam atendidas as condições mínimas de proteção da construção contra a passagem de fluidos, bem como a salubridade, segurança e conforto do usuário, de forma a ser garantida a estanqueidade das partes construtivas que a requeiram. Assim, o texto não apenas determina a necessidade de elaboração do projeto, mas orienta o projetista à escolha / seleção de materiais de procedimentos adequados a cada caso particular de obra ou suas partes.

Conforme a ABNT NBR 9575(2010) a impermeabilização deve ser projetada de modo:

- a) evitar a passagem indesejável de fluidos nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrado ou não outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de impermeabilidade;

- b) proteger as estruturas, bem como componentes construtivos que porventura estejam expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera;
- c) proteger o meio ambiente de possíveis vazamentos ou contaminações por meio da utilização de sistemas de impermeabilização;
- d) possibilitar sempre que possível a realização de manutenções da impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo sejam percebidas falhas do sistema impermeável, a degradação das estruturas e componentes construtivos, devido à passagem de fluidos e lixiviação de compostos solúveis do concreto, argamassas e revestimentos;
- e) proporcionar conforto aos usuários, sendo-lhes garantida a salubridade física.

É conhecido como principais vantagens da elaboração de projeto de impermeabilização, segundo a ABNT NBR 9575(2010):

- a) Compatibilização dos demais projetos complementares diante de interfaces, especialmente com instalações e estrutura.
- b) Especificação não apenas dos materiais aplicados
- c) Determinação das áreas impermeabilizadas por especialistas, segundo as solicitações de exposição, assim como conforto dos usuários, como, por exemplo, a necessidade de isolamento térmico especialmente em lajes descobertas.
- d) Possibilidade de fiscalização dos serviços pela equipe da obra devidamente treinada.
- e) Conhecimento dos quantitativos gerais ligados a impermeabilização, possibilitando planejamento financeiro e executivo.

Os problemas com infiltrações de água observada indicam dentre outros aspectos, que a ausência de existência de um especialista em impermeabilização na equipe multidisciplinar de projeto, certamente contribuiu para o mau desempenho, afinal todos os empreendimentos apresentavam pelo menos um problema de infiltração relevante.

O projeto deve ser desenvolvido em conjunto e compatibilizado com os demais projetos de construção, tais como arquitetura (projeto básico e executivo) estrutural, hidráulico-sanitário, águas pluviais, gás, elétrico,

revestimento, paisagismo e outros, de modo a serem previstas as correspondentes especificações em termos de tipologia, dimensões, cargas, ensaios e detalhes construtivos.

2.1.1.2 Interface do Projeto de Impermeabilização

Um projeto de impermeabilização compatibilizado possui interfaces importantes com as mais diversas disciplinas, e estas precisam ser pensadas, e solucionadas de forma proativa, preventiva e interdependente.

Não se podem imaginar soluções definitivas, sempre genéricas, como lembra Fabrício (2002), sendo que para Bobroff (1993) cada empreendimento de construção é único e singular.

Segundo Gouveia (1988) a falta de projeto de impermeabilização desenvolvida de maneira coordenada com os demais projetos do edifício, implica em improvisações, acarretando custos desnecessários e levando as soluções não otimizadas.

Segundo Tahaon (1997), o edifício é um objeto complexo pela multiplicidade de técnicas, de agentes e de pontos de vistas envolvidos na sua concepção e realização, implicando a não existência de dois empreendimentos de construção idênticos.

Como exemplificação das interfaces apresentou o que Melhado (1996), indica como necessidade de informações a serem obtidas na etapa de projeto básico (anteprojeto):

As consequências da não compatibilização em tempo adequado entre as disciplinas podem trazer danos, estético-funcionais, prejuízos financeiros com ajustes e refazimentos, além de manutenção precoce diretamente ligada a diminuição da vida útil de projeto.

Alguns exemplos de interfaces com projeto de sistemas prediais - instalações

- Dimensionamento de drenos sem a previsão de arremates dos sistemas impermeabilizantes.
- Proximidade de faces verticais, tubulação x tubulação; ou tubulação x paredes, impossibilitando arremates seguros entre essas faces.
- Tubulação entre as lajes e o sistema impermeabilizante deve ser evitada, prevendo soluções e alternativas em definições conjuntas.
- Quantidade e posicionamento dos drenos desconsiderando a camada de regularização, gerando grandes espessuras, consequentemente baixa produtividade, grande consumo de material e sobrecargas não previstas.
- Ausência de rebaixo próximo aos drenos/ralos, comprometendo os caimentos, uma vez que reforços inerentes a este ponto aumentam a espessura do sistema final de impermeabilização no local.

Alguns exemplos de interfaces com projetos de estrutura:

- Ausência/insuficiência de desníveis na estrutura entre áreas internas e externas, locais impermeabilizados e não impermeabilizados, impossibilitando.
- A devida execução das camadas: regularização, impermeabilização, camada separadora e proteção mecânica, sem comprometimento estético e funcional.
- Nas áreas impermeabilizadas, falta de previsão de sulcos, para ancoragem da impermeabilização, e até mesmo previsão de maiores cobrimentos.
- Ausência de detalhamento ainda na estrutura de elevações em concreto armado de muretas perimetrais, especialmente em pequenas lajes como guarita, tampa de reservatório, casa de máquinas dentre outros.

Alguns exemplos de interfaces com projetos de arquitetura:

- Existência de vazios/caixões perdidos ou enchimentos, sem detalhamento e previsão de drenagem, e impermeabilizações em todos os níveis de planos verticais.
- Falta de detalhamento em platibandas e respingadores, causando manchas, eflorescências e danos aos revestimentos.

- Ausência de mureta perimetral de contenção em pequenas lajes como guaritas, tampa de reservatórios e casa de máquina, causando escorrimento.
- De água pelos revestimentos e da mesma forma causando manchas e danos gerais aos revestimentos.
- Ausência de detalhamentos de rodapés impermeabilizados podendo gerar patologias como fissuração na altura do sistema impermeabilizante.

2.1.1.2 Detalhes construtivos

Conforme ABNT NBR 9575 (2010) o projeto de impermeabilização deve atender aos seguintes detalhes construtivos:

- a) A inclinação deve ser no mínimo de 1% em direção aos coletores de água. Para calhas e áreas internas é permitido o mínimo de 0,5%;
- b) os coletores devem ter diâmetro que garanta a manutenção da seção nominal dos tubos prevista no projeto hidráulico após a execução da impermeabilização, sendo o diâmetro nominal mínimo 75 mm. Os coletores devem ser rigidamente fixados à estrutura. Este procedimento também deve ser aplicado para coletores que atravessam vigas invertidas;
- c) deve ser previsto nos planos verticais encaixe para embutir a impermeabilização, para o sistema que assim o exigir, a uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir;
- d) nos locais limites entre áreas externas impermeabilizadas e internas, deve haver diferença de cota de no mínimo 6 cm e ser prevista a execução de barreira física no limite da linha interna dos contra marcos, caixilhos e batentes, para perfeita ancoragem da impermeabilização, com declividade para a área externa. Deve-se observar a execução de arremates adequados com o tipo de impermeabilização adotada e selamentos adicionais nos caixilhos, contra marcos,

batentes e outros elementos de interferência;

e) toda instalação que necessite ser fixada na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremate e reforços da impermeabilização;

f) toda a tubulação que atravesse a impermeabilização deve ser fixada na estrutura e possuir detalhes específicos de arremate e reforços da impermeabilização;

g) as tubulações de hidráulica, elétrica e gás e outras que passam paralelamente sobre a laje devem ser executadas sobre a impermeabilização e nunca sob ela. As tubulações aparentes devem ser executadas no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado, depois de terminada a impermeabilização e seus complementos;

h) quando houver tubulações embutidas na alvenaria, deve ser prevista proteção adequada para a fixação da impermeabilização;

i) as tubulações externas às paredes devem ser afastadas entre elas ou dos planos verticais no mínimo 10 cm;

j) as tubulações que transpassam as lajes impermeabilizadas devem ser rigidamente fixadas à estrutura;

k) quando houver tubulações de água quente embutidas, deve ser prevista proteção adequada destas, para execução da impermeabilização;

l) todo encontro entre planos verticais e horizontais deve possuir detalhes específicos da impermeabilização;

m) os planos verticais a serem impermeabilizados devem ser executados com elementos rigidamente solidarizados às estruturas, até a cota final de arremate da impermeabilização, prevendo-se os reforços necessários;

n) a impermeabilização deve ser executada em todas as áreas sob enchimento. Recomenda-se executá-la sobre o enchimento. Devem ser previstos, em ambos os níveis, pontos de escoamento de fluidos;

o) as arestas e os cantos vivos das áreas a serem impermeabilizadas devem ser arredondadas sempre que a impermeabilização assim requerer;

- p) as proteções mecânicas, bem como os pisos posteriores, devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidos com materiais deformáveis, principalmente no encontro de diferentes planos;
- q) as juntas de dilatação devem ser divisores de água, com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento, bem como deve-se prever detalhamento específico, principalmente quanto ao rebatimento de sua abertura na proteção mecânica e pisos posteriores;
- r) todas as áreas onde houver desvão devem receber impermeabilização na laje superior e recomenda-se também na laje inferior.

2.1.1.3 Estudo preliminar:

O projeto deve ser executado de acordo com:

- a) relatório contendo a qualificação das áreas;
- b) planilha contemplando os tipos de impermeabilização aplicáveis ao empreendimento, de acordo com os conceitos do projetista e incorporador contratante.

2.1.1.4 Projeto básico de impermeabilização:

Segundo Storte (2011) o projeto básico, segundo a própria indicação do nome se resume a determinação das áreas que serão impermeabilizadas, especificação dos sistemas utilizados, assim como detalhamentos gerais, uma informação importante referente a esse projeto é que a norma indica que o mesmo deve ser executado juntamente com o projeto arquitetônico e pelo mesmo profissional ou empresa responsável por esse projeto. Essa colocação é de fundamental importância quando imaginamos que em geral sabemos que os demais projetistas desenvolvem seus projetos complementares, e quando os mesmos recebem as plantas arquitetônicas já com as indicações de

impermeabilizações podem assim prever interferências importantes que quanto antes pensado maior probabilidade de sucesso em suas soluções.

Na verdade neste particular não temos a intenção de definir exatamente quem deve ser o autor deste projeto, ou se os arquitetos têm ou não essa visão/formação para elaboração dos mesmos, mas o que importa nessa questão é a época em que se deve pensar em impermeabilização, que é no início da concepção do projeto.

Conforme ABNT NBR 9575(2010), todo projeto básico de impermeabilização deve ser realizado para obras de edificações multi familiares, comerciais e mistas, industriais, bem como para túneis, barragens e obras de arte, pelo mesmo profissional ou empresa responsável pelo projeto legal de arquitetura, conforme definido na ABNT NBR 13532.

2.1.1.5 Projeto executivo de impermeabilização:

Conforme Storte (2011), o segundo projeto chamado de executivo, aprofunda ainda mais os sistemas de impermeabilização, com detalhes específicos, especificação dos procedimentos executivos, incremento da critica e compatibilização aos demais projetos interferentes tais como: estrutura, instalações hidráulicas, elétricas dentre outros, planilha com quantitativos e consumos.

O momento da execução deste projeto também é indica do pela norma quando informa “O projeto executivo de impermeabilização deve estar concluído antes da execução da fundação do edifício.”, ou seja, mais uma vez o fator antecedência das interfaces para antecipação das soluções é priorizada como de fato deveria ser.

Segundo a ABNT NBR 9575(2010) O projeto executivo de impermeabilização, bem como os serviços decorrentes deste projeto, deve ser

realizado por profissionais legalmente habilitados (com registro no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA) a região em que se situa a obra a que se refere), com qualificação para exercer esta atividade técnica especializada. O responsável técnico pela execução deve obedecer de forma integral esse projeto.

- a) plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo;
- b) detalhes específicos e genéricos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização;
- c) detalhes construtivos que descrevam graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura;
- d) memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização;
- e) memorial descritivo de procedimentos de execução;
- f) planilha de quantitativos de materiais e serviços.

2.1.2 MATERIAL

Conforme Pozzoli (1984) esse é o principal tópico eleito que pode causar insucesso na impermeabilização, pois nem sempre o sistema de impermeabilização ou de produtos impermeabilizantes, são bem escolhidos e utilizados.

Conforme Verçoza (1986) a grande maioria das empresas de impermeabilização é ligada, de uma ou outra forma, a fabricante de materiais de impermeabilização. Em decorrência, elas têm preferência, ou só trabalham com algum tipo específico de impermeabilização.

Por essa razão há uma tendência natural em tentar resolver todos os problemas com esses sistemas, esquecendo que não há sistema que resolva todos

os problemas em impermeabilização. Há impermeabilizações que são excelentes para determinados tipos de serviços e que são péssimas para outros.

Também segundo Verçoza (1986) há clientes que emprega determinada marca com sucesso uma vez e então passa a aceitá-la como infalível, não importando se a situação é outra e quando há insucesso, pelo contrario, passam a serem inimigos declarados de um sistema.

A escolha do tipo de impermeabilização vai depender, é lógico, das características do local a ser vedado. Existem detalhes específicos para sistemas impermeabilizantes que possuem aplicações diferentes para locais diferentes, isto é, o sistema utilizado para vedar um subsolo que tem contra si a ação de um lençol freático, não é o mesmo sistema usado em uma laje de cobertura.

Segundo Picchi (1984) Com relação aos sistemas não normalizados, o meio técnico dispõe somente das informações do fabricante, quanto a execução e utilização. A tendência dos fabricantes é apresentarem recomendações de utilizações as mais amplas e genéricas possíveis, como se isto fosse uma vantagem comercial. Ao contrario, um produto que poderia das excelentes resultados para algumas situações especificas, quando utilizados indiscriminadamente pode ser levado ao descrédito, por eventuais insucessos advindos de solicitações para as quais não foi concebido ou dimensionado.

2.1.3. EXECUÇÃO

Conforme Verçoza (1986) a causa, mais comum em impermeabilizações seja a entrega desse serviço a empreiteiros sem a mínima qualificação técnica para executá-lo. Lamentavelmente os serviços de impermeabilização estão entregues, na maior parte da imensa extensão territorial do nosso país, a elementos sem a mínima qualificação técnica para isso. Ainda

recentemente, em uma grande cidade, todos os serviços de impermeabilização eram feitos por um “entendido”, embora nesta cidade tenha muitos engenheiros e empresas de engenharia.

E que ali também acontecia um fato comum: os profissionais de engenharia e arquitetura, legalmente qualificados para projetar e executar impermeabilização, não se sentia com capacidade para tal, faltando-lhes coragem para assumir os riscos decorrentes da sua falta de experiência no assunto. Preferiam transferir esses riscos a um elemento que não pode ser legalmente responsabilizado pelo insucesso. È incrível que isto aconteça.

E se isso acontece em uma cidade grande, com amplos recursos, e que se pode esperar dos milhares de pequenas cidades onde há falta de tudo, especialmente técnicos?”

Conforme Verçoza (1986) a impermeabilização é uma especialidade bastante complexa para seus profissionais. Muito mais complexa é, então, para elementos que eventualmente venham a exercê-la. Se ela é entregue a pessoas não qualificadas, sem os mínimos conhecimentos de física, química e tecnologia, as falhas são previsíveis.

Também segundo Verçoza (1986) o conhecimento da tecnologia de impermeabilização deve ser ampliado. Há ainda um problema muito comum de a impermeabilização ser escolhida, decidida, ou orientada por profissionais legalmente habilitados, mas não capacitados tecnicamente para tal. Trata-se de uma situação bastante corriqueira do engenheiro burocrata, chefe de repartição ou de empresa construtora, que tem a responsabilidade de contratar, mas não conhece impermeabilização. Ele então é presa fácil para dos vendedores bem falantes com argumentos distorcidos.

Segundo Verçoza (1986) Outra causa genérica de falhas de impermeabilização é a carência de operários especializados. Nas grandes cidades é possível a existência de empresas que vivam só da impermeabilização, e por isso podem ter operários com suficiente experiência. Mas nas pequenas cidades, onde só raramente são feitos estes serviços, não há empresas especializada, e muito menos pessoal tecnicamente habilitado. Então o serviço é realizado por operários em sensibilidade que se exige de um bom aplicador de impermeabilização.

Segundo Ussan (1984) a fase seguinte após um perfeito projeto, é a da preparação das áreas a serem impermeabilizadas, quando então o construtor deverá seguir o projetado.

Conforme Ussan (1986), mesmo os detalhes estando representados no projeto, não deve o impermeabilizador entregar simplesmente sua execução ao construtor, deve isto sim acompanhar a sua execução através de vistorias prévias, conseguindo assim que ao iniciar a impermeabilização os serviços preliminares estejam concluídos e executados conforme necessário.

Nesta fase os detalhes mais comuns a serem alterados são: a modificação de alguma peça da rede de água pluvial, como por exemplo, a caixa sifonada, ou então a alteração das espessuras da argamassa de cimento quando feita de forma descuidada e na espessura da argamassa de colocação do piso, via de regra, maiores do que as tecnicamente recomendadas.

Na maioria das vezes esta fissura decorre de movimentação térmica onde colabora também o fato de que a espessura da argamassa do rodapé é mínima, pois na ausência de um projeto de impermeabilização, ao manter o prumo do revestimento final previamente executado acima do rodapé não há folga para um perfeito acabamento.

Em continuidade a fase seguinte após um perfeito projeto, é a da preparação das áreas a serem impermeabilizadas, quando então o construtor deverá seguir o projetado.

Nesta fase os detalhes mais comuns a serem alterados são: a modificação de algumas peças da rede pluvial, como por exemplo, a caixa sifonada, ou então a alteração nas espessuras das argamassas de caimento quando feita de forma descuidada e na espessura da argamassa de colocação de pisos, via de regra, maiores do que a tecnicamente recomendadas.

Conforme Pozzoli (1984) os detalhes de construção como ralos, juntas de dilatação e rodapés, serão abordados adiante, pois, devido a grande importância, destinamos parágrafos específicos para cada um deles.

Segundo Pozzoli (1984) a impermeabilização não poderá nunca ser afixada diretamente sobre a superfície que se apresenta sempre irregular e geralmente contém vazios e incrustações procedentes das pedras no concreto. Para superarmos esses problemas, devemos executar uma rigorosa limpeza na área, retirando-se todas as incrustações e restos de madeiras, especialmente as enterradas no concreto. Depois do executado e ser feita uma argamassa de cimento e areia, sem aditivos impermeabilizantes. Os aditivos podem tirar a aderência da membrana que irá ser moldada *in-loco*.

A argamassa de regularização só deverá ser aplicada após a desforma do concreto, pois quando a desforma ocorre, a argamassa pode sofrer destacamento e fissuras, danos irreparáveis para o assentamento da membrana estanque.

2.1.4. USO

Conforme Riggi (2009) a manutenção da impermeabilização é importante para o não aparecimento de manifestações patológicas. O usuário imóvel precisa

estar ciente da utilização e manutenção do mesmo para evitar danificar a impermeabilização.

Segundo o IBI (2009) o proprietário do imóvel deve receber um manual técnico de utilização e manutenção referente às áreas impermeabilizadas, contendo as informações e orientações necessárias para a melhor utilização e preservação da impermeabilização, incluindo:

- Descrição das características de cada tipo de impermeabilização, inclusive documentação técnica;
- Forma e cuidados de utilização;
- Orientação e programa de manutenção preventiva, incluindo testes e ensaios;
- Relação de fornecedores;
- Garantia.

São providências para a manutenção da impermeabilização, que devem ser realizadas pelo usuário do imóvel:

- Executar inspeções periódicas;
- Evitar perfurações sem um posterior reparo;
- Executar limpeza interna nos reservatórios;
- Reparar vazamentos de tubulações furadas ou rachadas;
- Executar limpeza de ralos para evitar o entupimento;
- Quando houver troca de revestimentos, cuidar para não haver ruptura da impermeabilização;
- Cuidar os ralos para evitar quebras;
- Executar reparo das fissuras de movimentação;
- Evitar o entupimento do sistema de drenagem.

No próximo capítulo será descrita a metodologia empregada no levantamento das patologias de impermeabilização e todos os métodos usados neste estudo.



Principais sinistros de edificação – Fonte Martins (2006)

Os defeitos devido à má utilização e/ou manutenção estão relacionados ao usuários, (Moraes, 2002) destaca:

- Danos causados na obra em função da colocação de peso excessivo (entulho e equipamentos) sobre a impermeabilização;
- Perfuração da impermeabilização, sem qualquer reparo, após instalação de antenas, varais, grades e outros.
- Troca de pisos;
- Instalação de floreiras na cobertura de modo a possibilitar a penetração de água por cima do rodapé impermeabilizado.

Este capítulo consistiu numa revisão bibliográfica dos assuntos relacionados ao tema do trabalho, abordando procedimento visando a diminuição de manifestações patológicas no sistema de impermeabilização em lajes de cobertura expostas com manta asfáltica. Esse conhecimento foi utilizado para a

elaboração dos procedimentos, fluxograma e quadros descritos no capítulo seguinte.

3 PROCEDIMENTOS DE VERIFICAÇÃO

O capítulo anterior apresentou uma revisão bibliográfica de diversos aspectos técnicos relacionados a impermeabilização de lajes de cobertura expostas. Neste capítulo serão apresentados os procedimentos, fluxograma e quadros relativos aos itens necessários para o alcance do desempenho esperado pelo sistema.

3.1 PROJETO

A compatibilização do projeto de impermeabilização com os demais projetos e diante das interfaces é de suma importância, onde todos os aspectos relacionados à estanqueidade deverão ser observados. As interferências ocorrem com os projetos de elétrica conforme exemplo na Figura 1.



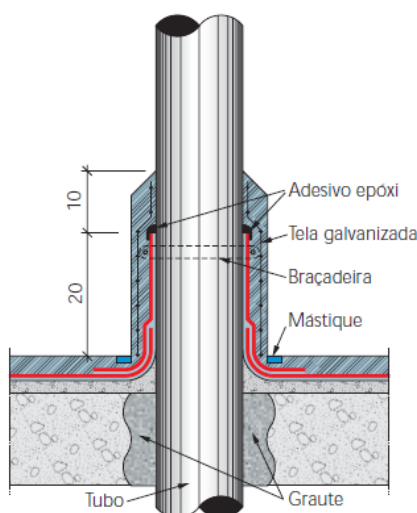
Figura 1. Projeto Elétrico. Fonte: CINPAR, 2010.

As interferências também ocorrem com os projetos de hidráulica onde apresentamos na Figura 2 um tubo extravaso posicionado de forma inadequada e com o comprometimento da vazão.



Figura 2. Falha no detalhamento. Fonte: CINPAR, 2010.

A figura 3 apresenta um detalhamento típico da compatibilização do projeto hidráulico com o projeto do sistema de impermeabilização.



Tubulação emergente

Figura 3. Detalhe da passagem de tubulação emergente. Fonte: Construção e Mercado nº 39 2004.

O detalhamento de soleiras, rebaixos e degraus, são imprescindíveis nesta fase, e está diretamente ligada ao tipo de acabamento utilizado, também devendo ser levado em consideração a especificação do tipo e fixação das esquadrias de portas de correr.

Nesta fase os desníveis entre os ambientes no nível do piso acabado, são de fundamental importância e devem ser observados, nas passagens de nível para o ambiente interno, conforme o demonstrado na figura 4.

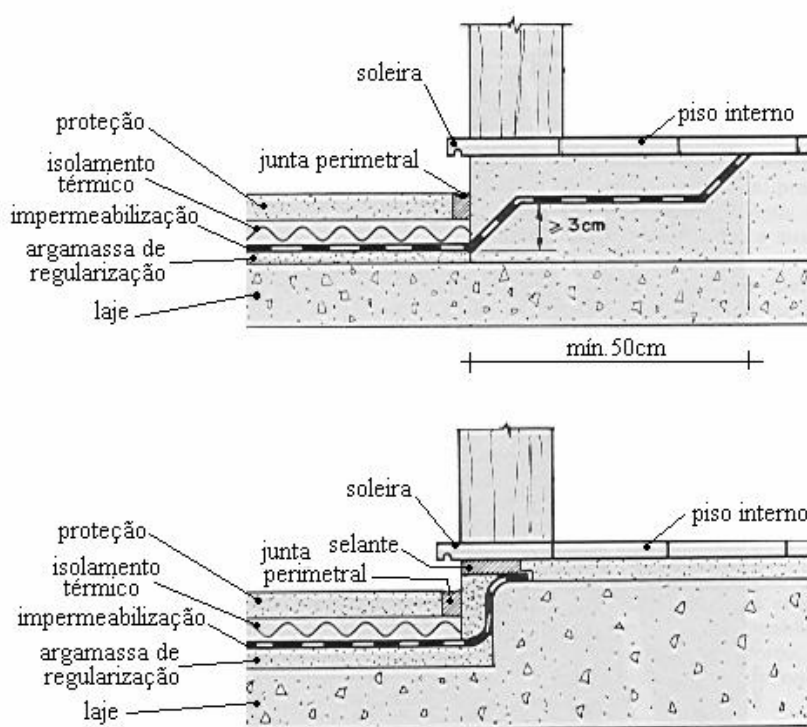


Figura 4. Detalhe da passagem de Nível. Fonte: Picchi (1986).

A especificação dos revestimentos dos pisos a serem empregados nas áreas impermeabilizadas deverá estar contemplada, sendo muito importante a verificação do posicionamento dos ralos, que influi de forma direta nos caimentos previstos e necessários.

O dimensionamento dos ralos deve prever a quantidade, distância e observar os diâmetros adequados, sendo recomendado o diâmetro mínimo de 75,00

mm de acordo com a ABNT NBR 9575 (2010) item 6.4.b, sendo necessários que os arremates junto aos ralos sejam executados de acordo com o detalhamento. , conforme apresentam as figura 5 e 6.

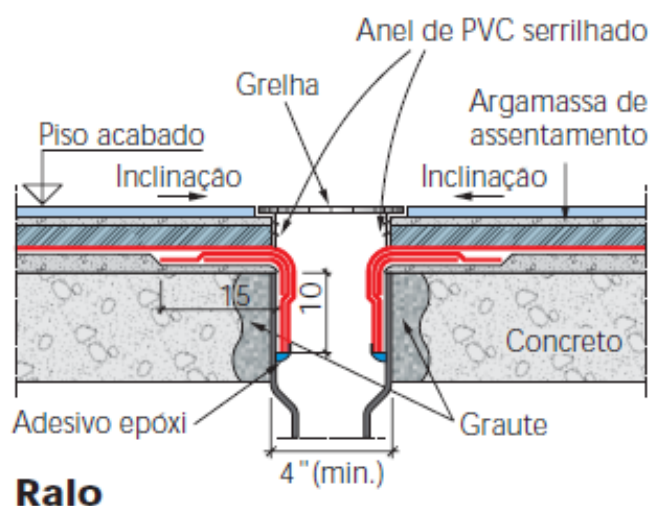


Figura 5. Detalhe Ralo. Fonte: Construção e Mercado nº 39 2004.

Na Figura 6 apresentamos novamente o detalhamento de um ralo na concepção de outro autor sendo ambos tecnicamente válidos.

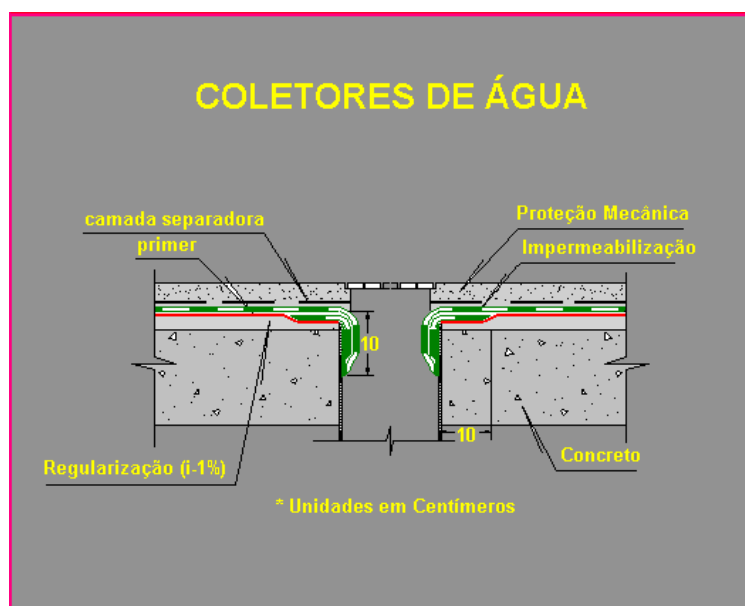


Figura 6. Detalhe de coletor de água.

A declividade adequada da base e da impermeabilização são fatores determinantes para a qualidade e para o alcance da vida útil, com o desempenho esperado, evitando-se assim o acúmulo de água em pontos indesejáveis, e a distância mínima entre o ralo e a parede lateral é um fator que deve ser observado conforme o demonstrado na Figura 7.

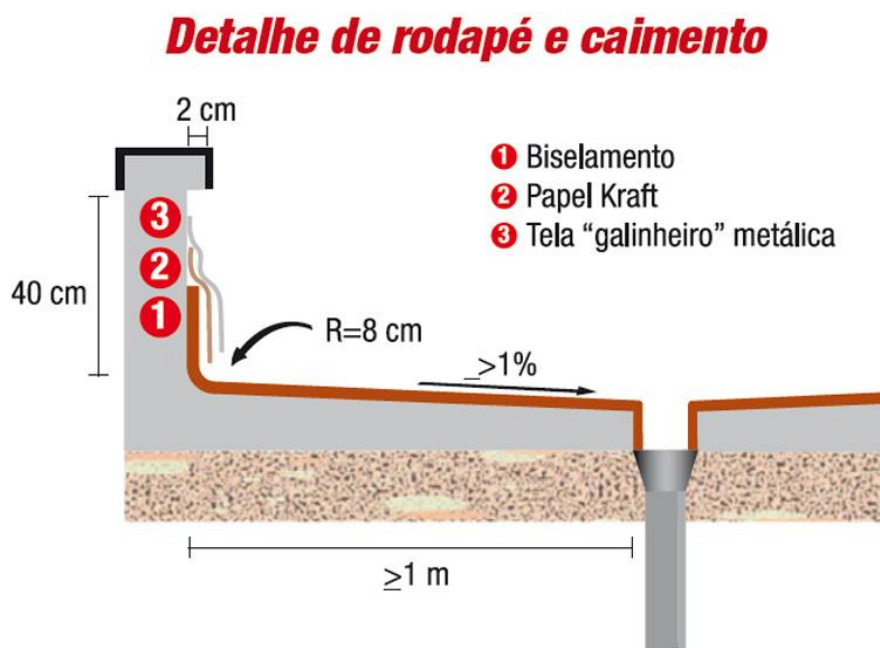


Figura 7. Detalhe de inclinação e distância. Fonte: Vedacit.

Já a especificação dos materiais impermeabilizantes é outro fator que interfere no desempenho no sistema de impermeabilização de uma laje de cobertura exposta, uma vez que para cada tipo de solicitação, deve buscar o material adequado à agressividade do meio e a quantificação dos serviços, mesmo que de forma preliminar deverá ser parte integrante do projeto.

O projeto de impermeabilização deverá estar acompanhado de memorial descritivo justificativo, onde todas as informações técnicas deverão ser apresentadas com as respectivas especificações, tanto dos materiais, bem como dos serviços a serem executados.

O projeto de impermeabilização além das plantas com as áreas deverá apresentar desenhos e detalhes específicos, como os reforços em cantos, interferências, espessura adequada do sistema, proteção adequada dos raios UV, espaços para dilatação nos vértices, isolamento térmico, previsão adequada da técnica de sobreposição de juntas de dilatação em estruturas. Conforme a Figura 8.

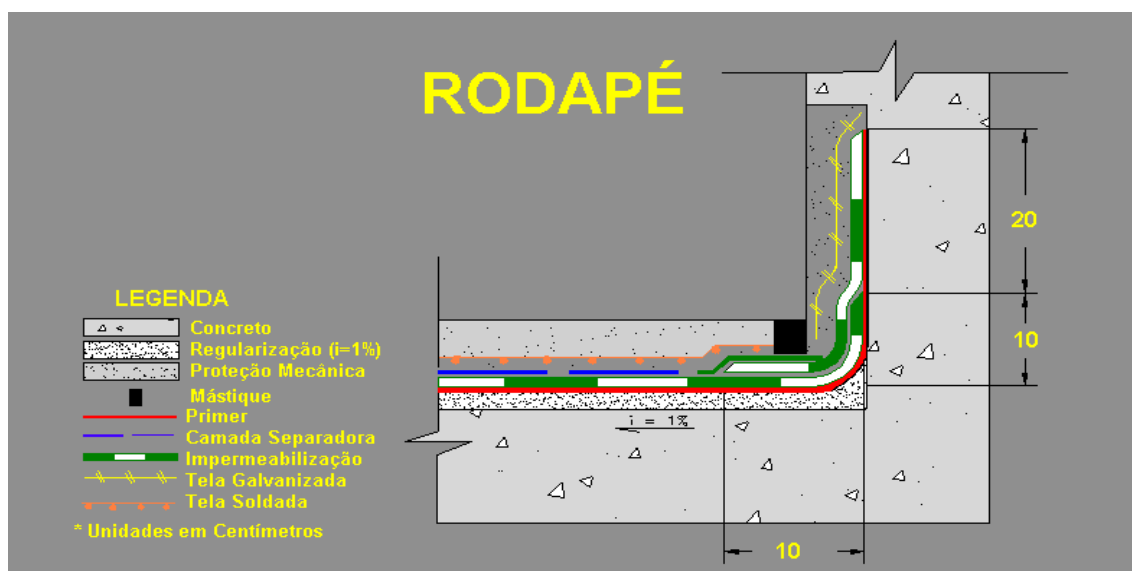


Figura 8. Detalhe de rodapé e reforço.

A figura 9 apresenta o detalhe da ancoragem da manta na parede, com o engastamento no rebaixo executado na argamassa de regularização da parede.

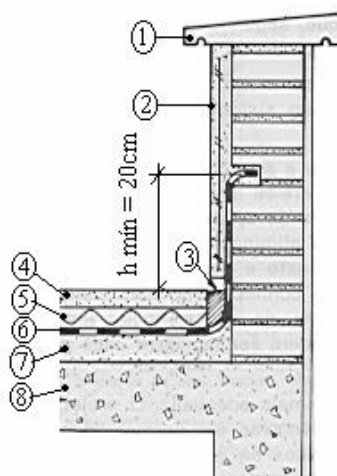


Figura 9. Detalhe Típico. Fonte: Construção e Mercado nº 39 2004.

A figura 10 apresenta detalhamento do sistema de impermeabilização com o uso de isolamento térmico, sob a proteção mecânica, utilizando mástique nos vértices e rufo metálico no encontro da parede (Picchi 1986).

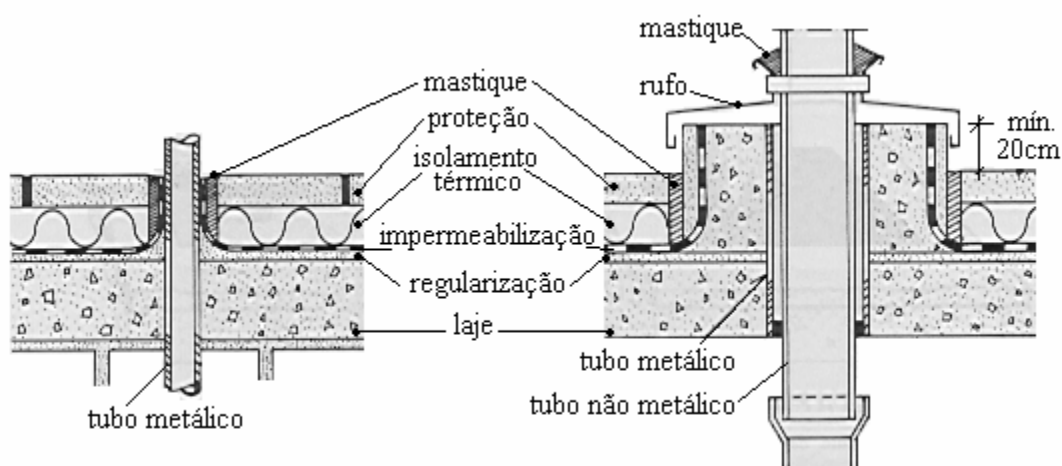


Figura 10. Detalhe Tubos. Fonte: Picchi 1986.

3.2 MATERIAL (Este trabalho limitou-se a estudar exclusivamente as mantas asfálticas)

Os materiais empregados em um sistema de impermeabilização são determinantes para a qualidade e para o desempenho esperado.

O cuidado com a espessura da manta asfáltica, que deve ser adequada a solicitação do local de aplicação, bem como do estruturante.

Os materiais de impermeabilização devem ser adequados as temperaturas (fria e quente) do local da obra, no armazenamento e estocagem devem ser observadas os cuidados que garantam as condições de forma a se manter a qualidade do produto antes de sua aplicação.

Na figura 11 temos um exemplo de estocagem inadequada de material, o que pode comprometer a qualidade e por consequência o seu desempenho.



Figura 11. Armazenamento.

A figura 12 representa a estocagem correta do material onde os rolos de manta estão condicionados de forma ordenada sobre estrado de madeira, não tendo contato com o solo mantendo assim a integridade do material.

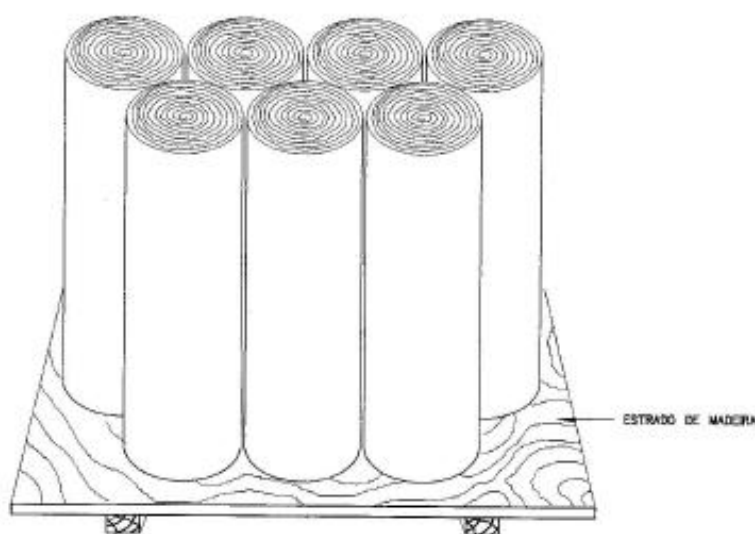


Figura 12. Armazenamento Bobinas.

O isolamento térmico adequado com poliestireno expandido dobra a vida útil da impermeabilização e pode ser verificado no detalhamento apresentado na figura 10.

A especificação de isolante térmico em lajes de coberturas expostas, além de dobrar a vida útil do sistema de impermeabilização traz conforto térmico e acústico para as unidades situadas imediatamente abaixo.

O isolamento térmico também contribui para a diminuição das manifestações patológicas do tipo trincas por movimentação térmicas, muito comuns em lajes de cobertura.

O controle da qualidade dos materiais empregados se dá através de ensaios laboratoriais, onde apresentamos no quadro 1, exemplo dos parâmetros que são verificados no ensaio das mantas asfálticas utilizadas na impermeabilização em lajes de coberturas expostas.

Parâmetros de ensaio							
Ensaio			Unidade	Tipos			
				I	II	III	IV
1. Espessura (mínimo)			mm	3 mm	3 mm	3 mm	4 mm
2. Resistência à tração e alongamento - Carga máxima (longitudinal e transversal)	Tração (mínimo)		N	80	180	400	550
	Alongamento (máximo)		%	2	2	30	35
3. Absorção d'água - Variação em massa (máximo) ⁶⁾			%	1,5	1,5	1,5	1,5
4. Flexibilidade à baixa temperatura ^{1), 5)}	Tipos	A	°C	-10	-10	-10	-10
		B		-5	-5	-5	-5
		C		0	0	0	0
5. Resistência ao impacto ²⁾ a 0°C (mínimo)			J	2,45	2,45	4,90	4,90
6. Escorrimento (mínimo)			°C	95	95	95	95
7. Estabilidade dimensional (máximo)			%	1	1	1	1
8. Envelhecimento acelerado	Mantas asfálticas expostas ³⁾		Os corpos de prova, após ensaio, não devem apresentar bolhas, escorrimento, gretamento, separação dos constituintes, deslocamento ou delaminação.				
	Mantas asfálticas protegidas ou autoprotégidas ⁴⁾						
9. Flexibilidade após envelhecimento acelerado ⁵⁾	Tipos	A	°C	0	0	0	0
		B		5	5	5	5
		C		10	10	10	10
10. Estanqueidade (mínimo)			mca	5	10	15	20
11. Resistência ao rasgo (mínimo)			N	50	100	120	140

¹⁾ Em mantas asfálticas autoprotégidas, o ensaio de flexibilidade é feito dobrando-se a amostra de forma a manter a face autoprotégida em contato com o mandril e verificando-se a ocorrência de fissuras no lado da massa asfáltica.

²⁾ Quando as mantas asfálticas forem aplicadas sobre o substrato rígido (por exemplo, concreto), utilizar a base de aço; quando forem aplicadas sobre substrato flexível (por exemplo, isolações térmicas deformáveis), utilizar a base de poliestireno ou a base em que efetivamente for aplicada a manta asfáltica.

³⁾ Exposição do corpo de prova a 400 h de intemperismo, ciclos de 4 h de ultravioleta a 60 °C e a 4 h de condensação d'água a 50 °C.

⁴⁾ Desconsiderar envelhecimento que possa ocorrer na camada antiaderente.

⁵⁾ Os ensaios de flexibilidade devem ser efetuados nas temperaturas estabelecidas na tabela 1.

⁶⁾ Para o ensaio de absorção de água em manta asfáltica autoprotégida com geotêxtil, este deve ser desconsiderado.

Figura 13. Parâmetros Impermeabilização. Fonte: ABNT NBR.

3.3 EXECUÇÃO

Para uma boa execução dos serviços de impermeabilização em uma laje de cobertura exposta, é necessária a regularização das superfícies horizontal/vertical, antecedida de limpeza da área conforme o demonstrado na figura 14.



Figura 14. Área em processo de limpeza.

A figura 15 apresenta em detalhe o arredondamento dos cantos, que é necessário para se evitar o corte da manta por dobramento no momento da virada para a execução do rodapé.



Figura 15. Arredondamento dos cantos. Fonte: Revista Techne 22/05/2009.

Na foto 16 apresentamos as ferramentas e utensílios necessários para a execução do sistema de impermeabilização com manta asfáltica em laje de cobertura exposta.



Figura 16. Ferramentas e Utensílios. Fonte: IBI.

A imprimação só deverá ocorrer após a cura total da camada de regularização, esta camada deverá obedecer ao traço adequado, já a execução da impermeabilização só poderá ocorrer após o tempo de secagem da imprimação, que varia de acordo com o fabricante, a figura 17 mostra a imprimação e a colagem da manta asfáltica com o uso de maçarico.



Figura 17. Imprimação e colagem de manta. – Fonte : CONSLAN

A figura 18 mostra em outro ângulo a imprimação e a colagem da manta asfáltica com o uso de maçarico, em laje de cobertura exposta.

Figura 18. Imprimação e colagem de manta asfáltica. Fonte de Souza

A figura 19 apresenta o detalhe típico de acabamento da manta asfáltica em ralos.

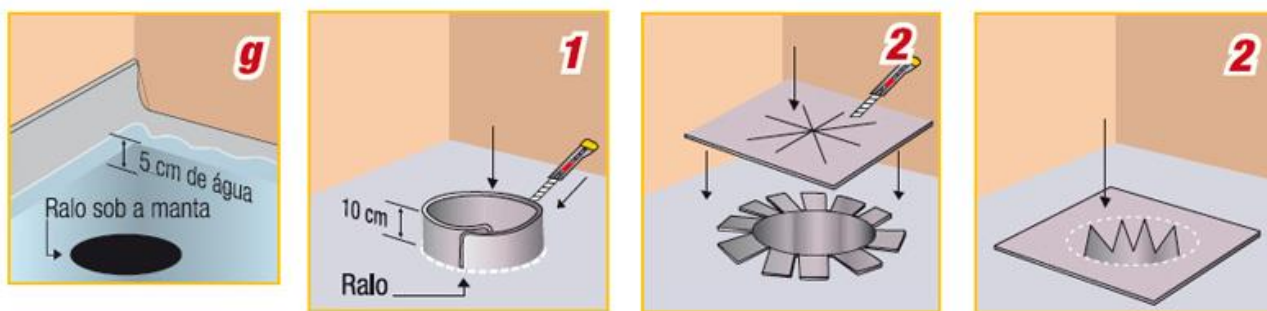


Figura 19. Detalhe típico de acabamento em ralo. Fonte: Vedacit.

Na figura 20 observa-se em detalhe o início da execução do acabamento da manta asfáltica em um ralo, onde pode se notar os recortes na forma de margarida.



Figura 20. Detalhe de arremate em ralo..

A figura 21 apresenta o ralo com a manta asfáltica devida arrematada, aguardando a proteção mecânica.



Figura 21. Detalhe de arremate do ralo concluído.

O engastamento da manta asfáltica, através do rebaixo executado na argamassa de regularização da parede, é o principal fator de garantia da aderência entre a manta asfáltica e a parede, na posição vertical.

Na figura 22 apresenta-se o detalhe da ancoragem executado de forma incorreta, uma vez que a manta asfáltica não foi colada sobre o rebaixo da argamassa. No detalhe podemos perceber asfalto derretido no rebaixo da regularização, na parede.



Figura 22. Detalhe do engastamento da manta na parede..

A altura mínima da virada da manta asfáltica no rodapé, e a sobreposição mínima que deve haver nas emendas, o sentido da sobreposição das mantas asfálticas e o acabamento nas emendas, são apresentadas na figura 23.

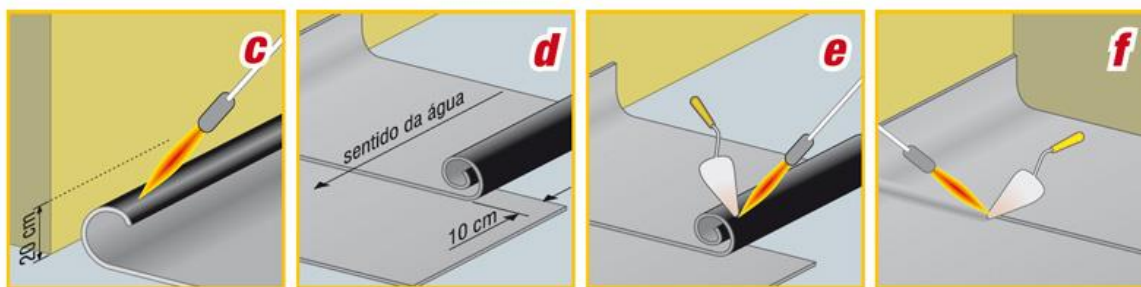


Figura 23. Altura da virada e largura da emenda da sobreposição. Fonte: Vedacit.

O teste de estanqueidade deverá ser executado de acordo com o previsto na ABNT NBR 9574/9575, por um período mínimo de 72 horas, onde a altura mínima da lâmina de água que é de 10 cm deverá ser respeitada conforme o demonstrado na figura 24.



Figura 24. Teste de Estanqueidade.Fonte: Primer

Concluído o teste de estanqueidade, a impermeabilização não deve aderir à proteção mecânica, sendo necessária a instalação da camada separadora, que poderá ser executada em papel Kraft ou filme de polietileno conforme o demonstrado nas figuras 7 e 8.

O traço da proteção mecânica deverá ser o especificado em projeto, e a mesma deverá possuir as juntas de movimentação que deverão estar preenchidas com o material flexível, não podendo haver tráfego sobre a impermeabilização antes da execução da proteção mecânica.

Nas lajes onde é necessária a execução de junta de dilatação, a impermeabilização neste trecho deverá seguir o detalhamento específico. A figura 25 apresenta um exemplo onde existe falha no tratamento da junta.



Figura 25- Falha na impermeabilização em junta de dilatação. Fonte: Autores, 2012.

Na proteção mecânica deverá estar prevista a execução das juntas de movimentação, preenchidas com material flexível. A execução de bases para a fixação de antenas, para-raios e outros elementos é fundamental uma vez que o sistema de impermeabilização é preservado conforme o demonstrado na figura 26.



Figura 26. Detalhe de juntas e bases de antenas. Fonte: Autores, 2012.

O trânsito sobre a manta asfáltica aplicada, antes da execução da proteção mecânica poderá trazer danos ao sistema de impermeabilização.

A figura 27 apresenta um elemento metálico transitando sobre a manta asfáltica sem a devida proteção mecânica e mostra ainda que a impermeabilização não está completa. Este detalhe pode ser observado na foto abaixo.



Figura 27. Uso inadequado em lajes com manta asfáltica.

O posicionamento da tela estruturante é fator importante para a execução do acabamento final do revestimento nos pés de parede, sendo que a ausência ou posição inadequada irá provocar, em um primeiro instante o aparecimento de trinca, conforme o demonstrado na figura 27 e o posterior deslocamento do revestimento na altura do rodapé. A ausência de vazios sob a impermeabilização deverá ser observada, principalmente na posição vertical, onde é comum a ocorrência de falha na ancoragem.

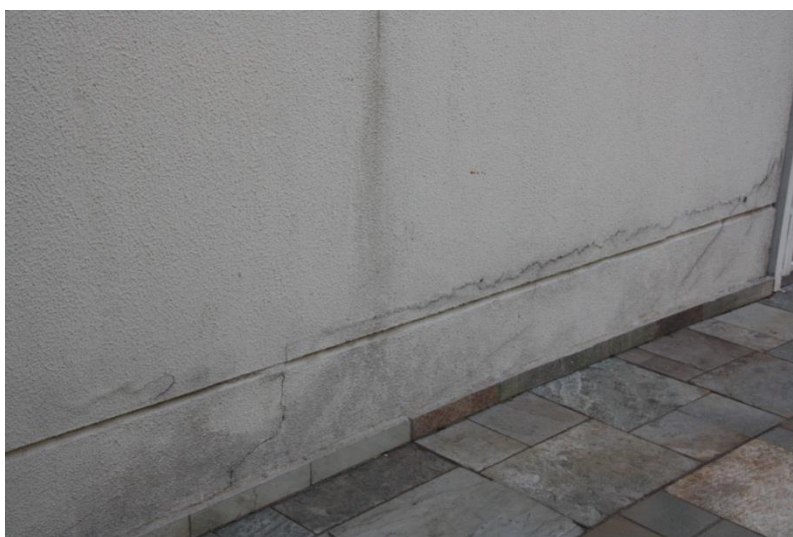


Figura 28. Trinca em revestimento de parede na altura do rodapé. Fonte: Autores, 2012.

Na figura 28 apresentamos o deslocamento da manta asfáltica na região do rodapé, característico de falha no posicionamento na tela estruturante, num primeiro instante, e ou falha na aderência da manta asfáltica com a parede onde poderia haver a ocorrência de vazios.



Figura 29. Deslocamento da manta asfáltica na altura do rodapé. Fonte: Autores, 2012.

3.4 USO

Mesmo que todos os itens anteriores, projeto, material e execução sejam respeitados e que o sistema de impermeabilização atenda a todos os dispositivos necessários ao seu desempenho, a fase uso, é uma das mais importantes, pois está diretamente ligada vida útil do sistema.

Entre as falhas que ocorrem nesta fase, a fixação inadequada de equipamentos é a responsável por um grande número de manifestações patológicas, não tendo correlação direta com projeto, execução ou materiais, uma vez o usuário final pode ter uma necessidade específica não contemplada em projeto, como por exemplo, a fixação de um tirante para suporte de antena

diretamente sobre a laje danificando o sistema de impermeabilização, conforme o demonstrado na figura 29.

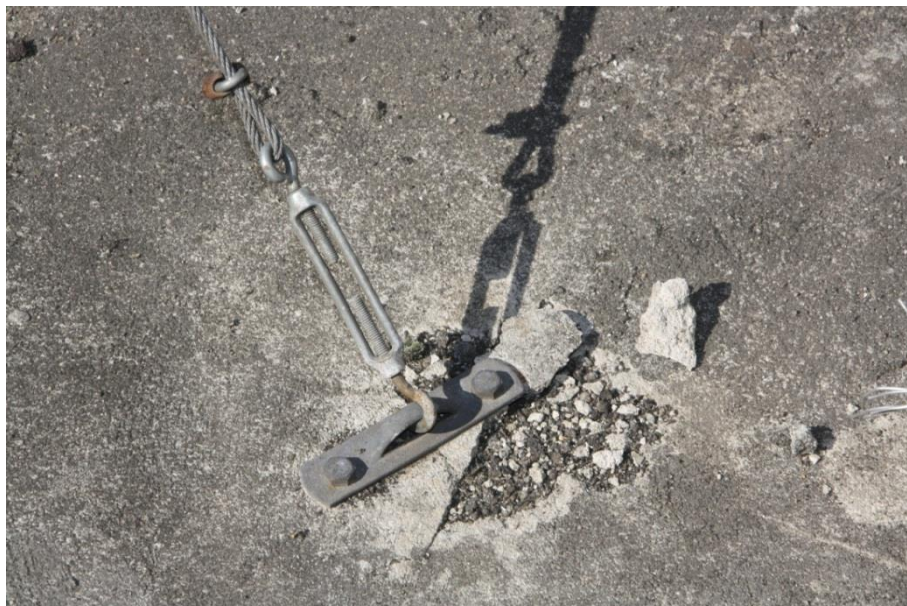


Figura 30. Fixação Inadequada sobre o sistema de impermeabilização. Fonte: Autores, 2012.

A figura 30 apresenta a forma correta de instalação de elementos e ou equipamentos em laje de cobertura com o uso de bases de concreto de forma a não danificar o sistema de impermeabilização. Nem sempre as bases de concreto estão contempladas em projeto.



Figura 31. Fixação adequada de elemento sobre o sistema de impermeabilização. Fonte: Autores, 2012.

O uso de produtos químicos inadequados ou em dosagem inadequada, traz danos ao sistema, o que não é notado de forma imediata, pois a degradação ocorre de forma lenta e gradual. Além dos produtos químicos sem a devida especificação, os condomínios em geral utilizam equipamentos de alta pressão conforme o apresentado na figura 31, que se não tiver o uso controlado poderá danificar o sistema de impermeabilização.



Figura 32. Equipamento de Alta Pressão. Fonte: Karcher.

O tráfego inadequado seja de equipamentos ou de veículos sobre o sistema de impermeabilização é uma das variáveis que afetam de forma direta o sistema, podendo danificar e por consequência minimizar a vida útil e o desempenho esperado, sendo, portanto que o tráfego sobre o sistema seja o especificado.

A falta de limpeza e manutenção, tanto nas tubulações, bem como nos ralos, influi de forma direta no sistema de impermeabilização, uma vez que a dificuldade de escoamento das águas é um fator negativo, que reconduzirá, ao longo do tempo, a minimização da vida útil da manta asfáltica.

A composição do paisagismo, que não é contemplada no projeto de impermeabilização, influencia de forma direta na vida útil e no desempenho do sistema de impermeabilização. A escolha do plantio, a manutenção e conservação dos jardins e áreas verdes, que são comuns em muitas coberturas, são itens que devem ser observados.

Um paisagismo executado com vegetação adequada, conforme o demonstrado na figura 32 contribui para a manutenção da vida útil do sistema de impermeabilização.



Figura 33. Paisagismo adequado. Fonte: Autores, 2012.

A árvore plantada no jardim, em destaque na figura 33, não é adequada para o mesmo situado sobre laje exposta de cobertura. Com o seu desenvolvimento e a proliferação de suas raízes, danos ao sistema de impermeabilização e até mesmo às instalações hidráulicas serão inevitáveis.



Figura 34. Paisagismo inadequado. Fonte: Autores, 2012.

3.5 FLUXOGRAMAS E TABELAS

3.5.1 Fluxograma

Como já descrito, os problemas de manifestação patológicas em sistema de impermeabilização podem ter sua origem em uma das fases do processo: Projeto, Materiais, Execução ou Uso. Conforme mostrado no fluxograma seguinte:

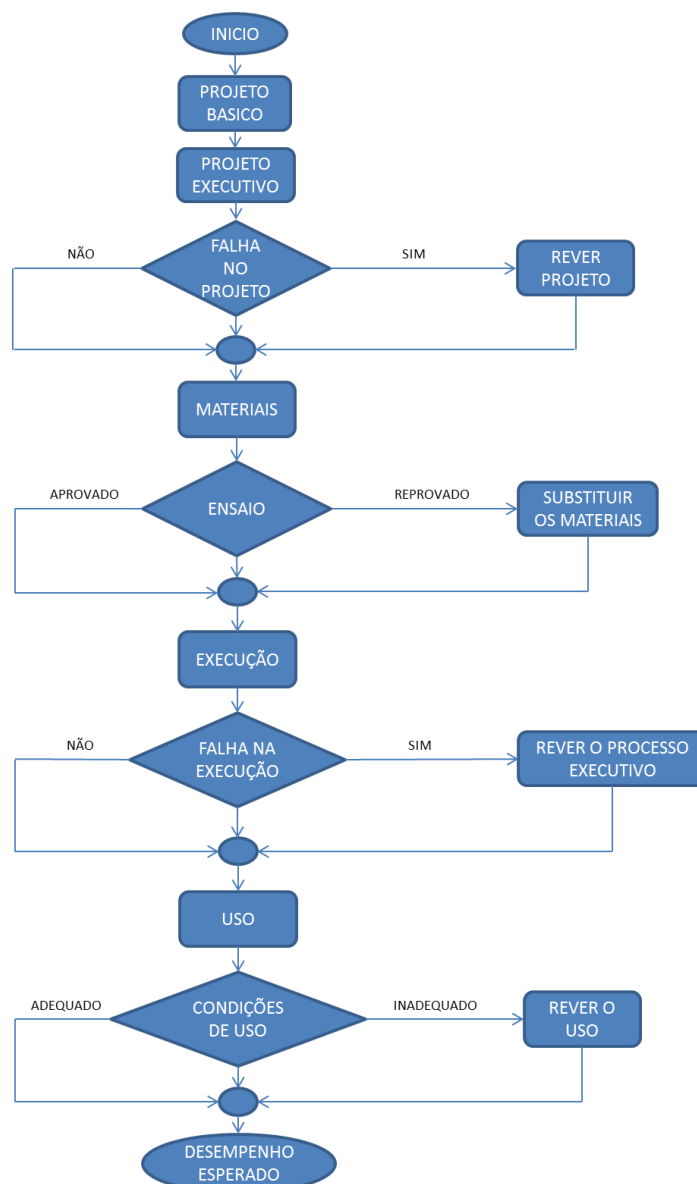


Figura 35. Fluxograma. Fonte: Autores, 2012.

3.5.2 Tabelas

Os quadros seguintes analisam quais são os principais itens a serem verificados em cada fase:

3.5.2.1 Tabela 1 – Principais itens a serem verificados na Fase de Projeto.

1	Projeto
1.1	Compatibilização com os demais projetos
1.2	Desniveis entre os ambientes no nível do piso acabado
1.3	Especificação dos revestimentos dos pisos a serem empregados nas áreas impermeabilizadas
1.4	Posicionamento dos ralos
1.5	Existência dos caimentos
1.6	Detalhamento de soleiras, rebaixos e degraus
1.7	Especificação do tipo e fixação das esquadrias de portas de correr
1.8	Especificação dos materiais impermeabilizantes
1.9	Quantificação dos serviços

Tabela 1. Fonte: Autores, 2012.

3.5.2.2 Tabela 2 – Principais itens a serem verificados na Fase de Materiais.

2	Materiais
2.1	Armazenamento e estocagem
2.2	Ensaio de laboratório
2.3	Normatização

Tabela 2. Fonte: Autores, 2012.

3.5.2.3 Tabela 3 – Principais itens a serem verificados na Fase de Execução

3	Execução
3.1	Arredondamento dos cantos
3.2	Tempo de cura da regularização
3.3	Tempo de secagem da imprimação
3.4	Traço da argamassa de regularização
3.5	Traço da argamassa de proteção mecânica
3.6	Camada separadora
3.7	Posicionamento da Tela Estruturante
3.8	Presença de vazios sob a manta

Tabela 3. Fonte: Autores, 2012.

3.5.2.4 Tabela 4 – Principais itens a serem verificados na Fase de Uso

4	Uso
4.1	Uso de produtos químicos na lavagem e limpeza do piso
4.2	Instalação inadequada de equipamentos
4.3	Trafego em desacordo com o especificado
4.4	Falta de Manutenção em tubulações e ralos
4.5	Paisagismo inadequado

Tabela 4. Fonte: Autores, 2012.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O capítulo anterior apresentou procedimentos, fluxograma e quadros relacionados visando a diminuição de manifestações patológicas no sistema de impermeabilização em lajes de cobertura exposta. Neste capítulo serão expostas as considerações finais sobre o tema e também serão apresentadas sugestões para trabalhos futuros, complementando e aperfeiçoando os estudos abordados.

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais manifestações patológicas nos sistemas de impermeabilização, e em especial em lajes de coberturas expostas executadas com manta asfáltica, objeto deste estudo, foram amplamente pesquisadas no decorrer do presente trabalho.

a) Projetos

Apesar de ainda não ser usual por grande parte dos construtores a execução de projeto de impermeabilização, os estudos demonstraram a sua importância. Um projeto detalhado e com as especificações corretas é de suma importância para uma impermeabilização adequada.

b) Materiais

O uso de materiais adequados, normatizados e ensaiados se mostrou um dos principais fatores para o sucesso do sistema de impermeabilização. No mercado existem inúmeras marcas e tipos de materiais, porém o seu uso deve atentar ao especificado em projeto.

c) Execução

Este item é de fundamental importância para a qualidade e o desempenho esperado pelo sistema de impermeabilização. Mão de obra especializada, equipamentos adequados, obediência as normas e aos detalhes construtivos previstos no projeto de impermeabilização e uma fiscalização adequada são os principais fatores a serem observados.

d) Uso

O desempenho do sistema de impermeabilização, mesmo que tenha cumprido todos os requisitos anteriores (projeto, material e execução) esta diretamente relacionada ao uso. O uso inadequado de produtos químicos durante a limpeza, vegetação inadequada em jardins e a falta de limpeza e manutenção em tubulações são os principais responsáveis pela diminuição da vida útil do sistema e por consequência do desempenho esperado.

O presente trabalho apresentou tabelas e procedimentos mínimos que deverão ser observados em serviços de impermeabilização em lajes expostas de cobertura com manta asfáltica, buscando a diminuição das manifestações patológicas.

4.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTURO

Em complementação aos estudos feitos sobre o tema, tecem-se as seguintes recomendações para trabalhos futuros.

a) Analisar casos práticos de ocorrência das manifestações patológicas mais comuns, com a determinação e mensuração das causas;

b) Pesquisar a incidência das principais manifestações patológicas em, por exemplo, uma cidade da região Sul e em uma cidade da região Norte/Nordeste, traçando um comparativo entre as regiões;

c) Elaborar detalhes que possam melhorar a compatibilização entre os projetos de arquitetura, hidráulica, elétrica com o projeto de impermeabilização.

d) Elaborar uma cartilha com linguagem para o leigo alertando e demonstrando os principais itens de um sistema de impermeabilização. Esta cartilha poderá ser utilizada na contratação do sistema como um todo ou nas fases que compõe o sistema (projeto, material, execução e uso).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9952 – Manta asfáltica para impermeabilização. São Paulo, 2007

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574 – Execução de impermeabilização. São Paulo, 2010.

BERNHOEFT, L.F.; MELHADO, S.B. (2009), A importância dos sistemas de Impermeabilização na durabilidade das estruturas, La Plata, Argentina.

BORIGATO, José Castellano – O controle da qualidade será a chave para o século XXI , 8º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, São Paulo, 1993

CAMBIAGHI, H. ,Projeto e Obra no difícil caminho da qualidade, Obra nº 37-1992

CRUZ, J.H.P. Manifestações patológicas de impermeabilizações com uso de sistema não aderido de mantas asfálticas: avaliação e análise com auxílio de sistema multimídia. 2003. 168f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFRGS, Porto Alegre, 2003.

CUNHA, A.G.; NEUMANN, W. Manual impermeabilização e isolamento térmico. Rio de Janeiro: Texsa Brasileira, 1979. 227p.

FABRICIO, M.M. Projetos simultâneos na construção de edifícios. São Paulo, EPUSP – PCC, 2002. Tese (doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

GOUVEIA, F.J.G., A ineficiência da impermeabilização: erro de quem, Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, 1988, ANAIS, São Paulo.

MELHADO, S.B.; MEDEIROS, J.S.; SOUZA, J.C.S. Qualidade do projeto de edifícios: elaboração de procedimentos para projeto, execução e controle de impermeabilização de pisos e ambientes internos de edifícios. São Paulo, EPUSP, 1996. (Relatório Técnico do Convênio EPUSP-CPqDCC/SCHAHIN CURY, Projeto EP/SC-02, n.20.092).

MORAES, C.R.K. Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre. 2002, 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFRGS, Porto Alegre, 2002.

PICCHI, Flávio Augusto. Impermeabilização de Coberturas, São Paulo, Editora Pini & IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização), 1986.

PEZZOLO, V. Almeida, A Obra de Impermeabilização, Impermeabilizar, nº 45, 1992.

PIZZI, C.O., Aspectos Patológicos de la impermeabilidad: experiencias cotidianas de lesiones de edificios. Simpósio Argentino de Impermeabilização, Anais- 1991, Buenos Aires

PORCELLO, Ernani Camargo, Impermeabilização, Porto Alegre, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Escola Técnica de Engenharia Civil, 1998.

POZZOLI, Impermeabilização – Informe Especial: As primeiras obras de impermeabilização. Informe Técnico. O empreiteiro - 1991

RIGGHI, Geovane Venturi – Estudo dos Sistemas de Impermeabilização, Patologias, Prevenções e Correções – Análise de Dados – Dissertação de Mestrado – Universidade de Santa Maria, 2009.

ROCHA, S., Barreiras da Água, Techne, nº17, 1995.

SIQUEIRA, José Firmino. Impermeabilização no Brasil e no Mundo. 7º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, 1991 – São Paulo - ANAIS.

STORTE, M (2009), Impermeabilização versus NBR 15.575 – Norma de Desempenho, São Paulo.

TAHON, C., Le pilotage simultané d'un projet de construction. Collection Recherche, Paris, 1997 (n.87)

USSAN, Sergio , Introdução a Impermeabilização , 1995 ,Palanço, São Paulo

VERÇOZA, Enio José. Impermeabilização na Construção. Porto Alegre, RS, Sagra, 1987