



**PREVENÇÃO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM OBRAS EM CURITIBA-PR**

CURITIBA
2017



BRUNA LACERDA BARBOSA
EDUARDO FREDERICO KELM
RENATA STAUT DE SOUZA ARAÚJO

**PREVENÇÃO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM OBRAS EM CURITIBA-PR**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Gerenciamento e Execução de Obras, Pós-Graduação *lato sensu*, do Instituto IDD para obtenção do Grau de Especialista em Gerenciamento e Execução de Obras.

Prof. Orientador: Prof. Msc. Mauricio Bianchini.

CURITIBA

2017

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao nosso orientador Prof. Mauricio Bianchini que nos orientou, nunca deixou de acreditar neste trabalho, pelo incentivo e confiança a nós impostas e também por sua grande ajuda nas trocas de ideias durante as reuniões técnicas.

Aos familiares que nos apoiaram, pela paciência e compreensão de nossa ausência em função da elaboração deste trabalho, pois sem eles nada disso seria possível.

À todos os amigos, próximo e distantes, que souberam os valores de uma boa amizade, ajudando sempre que possível.

À todos os professores do curso de Gerenciamento e Execução de Obras do Instituto IDD por compartilharem conosco seus conhecimentos.

À Deus por nos proporcionar cada dia um novo recomeço.

FOLHA DE APROVAÇÃO

PREVENÇÃO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM OBRAS EM CURITIBA-PR

Por

BRUNA LACERDA BARBOSA
EDUARDO FREDERICO KELM
RENATA STAUT DE SOUZA ARAÚJO

TRABALHO APROVADO PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ESPECIALISTA
EM GERENCIAMENTO DE EXECUÇÃO DE OBRAS, DO INSTITUTO IDD,
PELA COMISSÃO FORMADA PELOS PROFESSORES A SEGUIR
MENCIONADOS

Curitiba (PR) ____ de ____ de ____.

Msc. Mauricio Bianchini - Professor Orientador

Msc. Kirke Andrew Wrubel Moreira – Professor integrante da banca

Esp. Julio Eduardo Martins – Professor integrante da banca

RESUMO

A impermeabilização é considerada uma das etapas mais importantes de uma construção, seja ela de qualquer segmento, pois proporciona aumento do desempenho técnico e proteção das edificações, fazendo com que a estrutura obtenha maior vida útil. Os profissionais deste ramo estão em constantes buscas por tecnologias, visando boa qualidade, menor impacto ambiental e ótimo custo. Desta forma o presente trabalho evidencia primeiramente quais são os sistemas de impermeabilização conhecidos no mercado, no segundo momento apresenta quais são as principais manifestações patológicas recorrentes da ação da umidade da água, gases e cloretos e então, como objetivo final, aponta os meios de prevenção das mesmas. Para elaboração e análise de resultados, foi realizada uma pesquisa de campo através de um questionário, onde engenheiros e arquitetos responsáveis de obras em Curitiba-PR, responderam algumas perguntas sobre o tema, evidenciando as prevenções.

Palavras chave: umidade, impermeabilização, manifestações patológicas, sistemas de impermeabilização, prevenção.

ABSTRACT

Waterproofing it's one of the most important stages of a construction, whether of any segment, since provides increased technical performance and protection of buildings, making the structure obtain longer durability. The professionals of this branch are in constant searches for technologies, aiming at good quality, less environmental impact and great cost. In this way the present work firstly shows which are the waterproofing systems known in the market, in the second moment it presents what are the main recurrent pathological manifestations of the action of water, gas and chlorides humidity and then, as final objective, indicates the means of prevention the same. For the elaboration and analysis of results, a field survey was carried out through a questionnaire, where engineers and architects responsible for works in Curitiba-PR answered some questions on the subject, highlighting the preventions.

Keywords: Humidity, waterproofing, pathological manifestations, waterproofing systems, prevention.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	PROBLEMA DE PESQUISA.....	13
3.	OBJETIVOS.....	13
3.1.	OBJETIVO GERAL	13
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4.	JUSTIFICATIVAS	14
4.1.	TECNOLÓGICAS.....	14
4.2.	ECONÔMICAS.....	14
4.3.	SOCIAIS.....	15
4.3.1.	ECOLÓGICAS	15
5.	HIPÓTESE.....	15
6.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	16
7.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
7.1.	ATUAÇÃO DA ÁGUA, GASES E CLORETOS NAS EDIFICAÇÕES	17
7.1.1.	Umidade por Infiltração.....	17
7.1.1.1.	Porosidade	18
7.1.1.2.	Trincas e Fissuras	19
7.1.1.3.	Interfaces.....	20
7.1.2.	Umidade por Capilaridade (ascendente)	20
7.1.3.	Umidade por Condensação	20
7.1.4.	Umidade Acidental.....	21
7.1.5.	Umidade de Obra	21
7.1.6.	Água por pressão	21
7.1.6.1.	Pressão Positiva.....	21
7.1.6.2.	Pressão Negativa	22
7.2.	PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	22

7.2.1.	Bolor e Mofo	23
7.2.2.	Gotejamentos e vazamentos	23
7.2.3.	Deterioração do revestimento.....	25
7.2.4.	Eflorescência	25
7.3.	SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO: CONCEPÇÃO E SOLUÇÕES.....	26
7.3.1.	Conceitos e Especificações de Impermeabilização	26
7.3.2.	Projeto	27
7.3.3.	Tipos de Sistemas	29
7.3.3.1.	Sistema Rígido	29
7.3.3.1.1.	Cristalizantes	29
7.3.3.1.2.	Resinas epóxi	30
7.3.3.1.3.	Aditivos impermeabilizantes misturados à argamassa	31
7.3.3.1.4.	Argamassas Poliméricas	32
7.3.3.2.	Sistema Flexível	33
7.3.3.2.1.	Resinas Termoplásticas	34
7.3.3.2.2.	Membrana e Emulsões Asfálticas	34
7.3.3.2.3.	Membrana Acrílica	35
7.3.3.2.4.	Membrana de Poliuretano	36
7.3.3.2.5.	Membrana de Poliureia	37
7.3.3.2.6.	Manta Asfáltica	38
7.3.3.2.7.	Manta Líquida	39
7.3.3.2.8.	Manta de PVC	40
7.3.3.2.9.	Manta de PEAD	41
7.3.3.2.10.	Manta de EPDM	42
7.3.4.	Vistorias, fiscalização e testes	43
8.	PESQUISA APLICADA.....	44
8.1.	Projetos de Impermeabilização	44

8.2.	Áreas úmidas e frias.....	46
8.3.	Sistemas de impermeabilização.....	47
8.4.	Mão de obra de aplicação	48
8.5.	Teste de Estanqueidade	51
8.6.	Manifestações Patológicas encontradas	50
9.	MEIOS DE PREVENÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	52
9.1.	Projetos	53
9.2.	Principais sistemas utilizados.....	54
9.3.	Mão de Obra	55
10.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
11.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação de uma estrutura porosa (MENDES, 1997).	19
Figura 2 - Exemplo de interface janela/parede (MOREIRA, 2013).....	Erro!
Indicador não definido.	
Figura 3 - Esquema de Pressão Positiva (SOARES, 2014)	22
Figura 4 - Esquema de Pressão Negativa (SOARES,2014)	22
Figura 5 - Cristalizantes (FERREIRA, 2012).	30
Figura 6 - Resinas Epóxi (FERREIRA, 2012).....	31
Figura 7 - Aditivos hidrófugos para argamassa (FERREIRA, 2012).....	31
Figura 8 - Argamassa Polimérica (FERREIRA, 2012).....	33
Figura 9 - Membranas e Emulsões Asfálticas (FERREIRA, 2012).....	35
Figura 10 - Manta acrílica (FERREIRA, 2012).	36
Figura 11 - Manta de Poliuretano (FERREIRA, 2012).....	36
Figura 12 - Manta de Poliureia (RADIAL REVESTIMENTOS TÉCNICOS, 2016).	37
Figura 13 - Manta Asfáltica (do autor, 2016).	39
Figura 14 - Manta Líquida (IMPERQUALITY, 2016).	39
Figura 15 - Manta de PVC (FERREIRA, 2012).	40
Figura 16 - Manta EPDM (FERREIRA, 2012).	41
Figura 17 - Manta EPDM (FERREIRA, 2012).	42
Figura 18 - Gráfico: Existência ou não de Projetos	45
Figura 19 - Gráfico: Projetos terceirizados ou próprios	46
Figura 20 - Gráfico: Áreas frias e úmidas	47
Figura 21 - Gráfico: Sistemas de Impermeabilização	48
Figura 22 - Gráfico: Mão de Obra aplicada	49
Figura 23 - Gráfico: Mão de obra treinada	49
Figura 25 - Gráfico: Testes de estanqueidade	51
Figura 24 - Gráfico: Manifestações patológicas encontradas.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Separação dos sistemas flexíveis de impermeabilização – Fonte: do autor	34
--	----

1. INTRODUÇÃO

A umidade sempre foi um desafio para os construtores, fazendo com que a busca por novas tecnologias de impermeabilização se intensificasse.

A impermeabilização é parte minoritária do custo total de uma obra, sendo cerca de 1,5 a 3,5%, porém uma das etapas mais importantes, pois os problemas futuros pela falta da mesma são de grande impacto.

Quando se executam as impermeabilizações alguns fatores devem ser levados em consideração, sendo inicialmente o cuidado e a execução de um projeto, posteriormente uma avaliação das áreas a serem impermeabilizadas para verificar se estão aptas para receber os produtos designados, finalizando com um acompanhamento da aplicação para que não haja falhas e problemas posteriores.

Neste trabalho, primeiramente, abordam-se quais são as manifestações patológicas mais comuns quando se trata de água e agentes agressivos, provenientes de diversos fatores, e suas causas, em seguida estudamos como a estrutura pode ser danificada e a importância de prevenir problemas relativos a estes elementos utilizando os diversos sistemas de impermeabilização disponíveis no mercado.

Posteriormente apresenta-se uma pesquisa de campo realizada em diversas obras na cidade de Curitiba-PR, onde obteve-se informações dos sistemas mais utilizados de impermeabilização e das manifestações patológicas mais comuns juntamente com suas prevenções.

2. PROBLEMA DE PESQUISA

Quais as principais manifestações patológicas e os sistemas de impermeabilização mais recorrentes em obras na região de Curitiba-PR, e o como preveni-las?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Identificar as principais manifestações patológicas ligadas à impermeabilização, como preveni-las e identificar os principais sistemas utilizados.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar quais os sistemas de impermeabilização mais empregados nas obras de Curitiba-PR;
- b) Apresentar as manifestações patológicas mais comuns nas obras de Curitiba-PR;
- c) Indicar métodos de prevenção e reparo para as manifestações patológicas mais frequentes em sistemas de impermeabilização.

4. JUSTIFICATIVAS

4.1. TECNOLÓGICAS

Empresas especializadas na construção civil, incluindo não apenas edificações, mas também áreas de saneamento, barragens, túneis, entre outras, estão cada vez mais se preocupando com os problemas ocasionados devido à presença de água, sais, cloretos, gases, entre outros. Visando sanar as complicações ocasionadas nas obras, a utilização de tecnologias está sendo empregada no ramo da construção, dentre elas, argamassas poliméricas e mantas de variadas especificações. Os sistemas de impermeabilização tem sido objeto de importante evolução ao longo dos últimos 25 anos iniciando nas emulsões asfálticas de aplicação a frio até as impermeabilizações de polímeros elastômeros, os quais são aplicados de forma manual ou mecânica. Enquanto os tradicionais sistemas de impermeabilização têm duração de 5 a 10 anos, os sistemas mais avançados duram por mais de 30 anos, sem a necessidade de intervenções ou manutenção por este período. (SILVA E OLIVEIRA, 2006).

4.2. ECONÔMICAS

Os responsáveis técnicos têm por obrigação preocupar-se com a prevenção dos problemas gerados em relação à penetração de água, gases e cloretos na estrutura. Portanto, é necessária a utilização de sistemas mais eficazes para que não haja motivos de retrabalho, ocasionando prejuízos referentes à mão-de-obra e materiais, atraso no cronograma, problemas com os clientes dos empreendimentos, manutenção pós-venda, entre outros. Quando não é pensado neste processo de impermeabilização durante a execução da obra, certamente os problemas irão aparecer futuramente, e segundo RIGHI (2009), o custo para os reparos pode chegar até quinze vezes mais do que o orçado inicialmente.

4.3. SOCIAIS

Novas normas e os bons resultados da execução de sistemas de impermeabilização fizeram com que a aceitação social evoluísse, tornando importante o cuidado e a precaução com água, cloretos e gases, sendo provenientes de chuvas, tubulações, lençóis freáticos e umidades por condensação, por exemplo. Entretanto a falta de conscientização da importância da impermeabilização e a falta de conhecimento referente ao seu custo ainda faz com que muitos construtores considerem irrelevante esse processo. (GOLDMAN, 2009).

4.3.1. ECOLÓGICAS

O reparo de manifestações patológicas devido à inúmeras causas é inevitável e pode ser paliativo ou definitivo. Esse retrabalho gera entulhos e necessidade de descarte além do previsto, impactando no ambiente de forma negativa. Portanto, a correta execução dos processos de impermeabilização, garante uma obra mais sustentável, evitando desperdícios e manutenções. Sendo assim o fato de considerar esta etapa importante acarreta além de conforto ao cliente final pela proteção e garantia oferecida, menor impacto ao meio ambiente (GNOATTO E NUERNBERG, 2014).

5. HIPÓTESE

A umidade é considerada como uma das principais causadoras das manifestações patológicas da construção civil, sendo que estas são decorrentes das causas mais comuns encontradas nas obras existentes, as quais são: o descuido com o projeto de impermeabilização que prevê que áreas como cozinha, banheiro inteiro, lavanderia, devem ser impermeabilizados, a contratação de materiais de baixa qualidade, mão de obra desqualificada para aplicação, entre outros. Tendo em vista estes fatores tem-se como hipótese deste trabalho que a medida preventiva e corretiva é a conscientização da importância de impermeabilizar todas as áreas frias e úmidas, visando preservar e aumentar a vida útil da edificação, iniciando o processo com um bom projeto e

então utilizando, de forma eficaz, materiais de boa qualidade, e sistemas de impermeabilização mais indicados para cada caso específico.

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A elaboração deste trabalho é baseada no método científico Revisão Bibliográfica e Pesquisa de Campo apresentando primeiramente, através de estudos de teses, dissertações e livros referentes ao tema abordado, juntamente com as normas técnicas atualizadas a revisão bibliográfica sobre o assunto de impermeabilização, com o propósito de explorar como a água se torna presente nas edificações, o que ela causa e então os principais sistemas impermeabilizantes para prevenção das manifestações patológicas, fazendo assim com que o entendimento do assunto aprofundasse.

Após a etapa citada acima, no decorrer deste trabalho foi feito o levantamento dos principais sistemas de impermeabilização utilizados e as principais manifestações patológicas encontradas em obras em andamento em Curitiba-PR, finalizando com a indicação de como executar esta etapa da impermeabilização de forma a evitar futuras complicações como manutenção pós-obra.

Os questionários apresentados no Apêndice A foram aplicados à 23 engenheiros civis e arquitetos responsáveis pelo gerenciamento e execução de cada obra específica, a fim de observar quais são os métodos mais empregados atualmente neste ramo. Os resultados foram compilados e apresentados no item de pesquisa aplicada.

7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

7.1. ATUAÇÃO DA ÁGUA, GASES E CLORETOS NAS EDIFICAÇÕES

Em todas as construções, civis, ou não, sempre há a presença de água, podendo ser apresentada tanto de forma positiva como negativa, pois é ela que ocasiona a maioria das manifestações patológicas nas obras. A mesma atua em vários estados como vapor, líquido ou sólido e é a principal fonte de transporte de íons agressivos (QUERUZ, 2007 apud SOARES, 2014).

Toda umidade traz como uma de suas funções a deterioração do concreto, armaduras e alvenarias, ao passar o tempo a ação da mesma reduz a vida útil de qualquer estrutura, fazendo com que a desvalorização da obra seja perceptível (BARROSO *et al.*, 2015).

Verçoza (1991 apud SOUZA, 2008) afirma que a umidade na construção é oriunda de alguns fatores diferenciados, sendo eles: etapas da construção, infiltração podendo ser por fenômenos meteorológicos, por exemplo, como chuva, absorção e capilaridades, vazamentos na parte hidráulica, e também condensação.

Porém não é somente a água que atua diretamente nas edificações, a presença de elementos como gases e íons cloretos também são prejudiciais para a vida útil das estruturas, pois os gases originam a carbonatação e os íons cloretos promovem a corrosão de armaduras (MOREIRA, 2013).

Perez (1988) classifica a origem da umidade nas construções em:

- ✓ Umidade de infiltração;
- ✓ Umidade por capilaridade ou ascensional;
- ✓ Umidade por condensação;
- ✓ Umidade acidental;
- ✓ Umidade de obra;
- ✓ Água por pressão.

7.1.1. Umidade por Infiltração

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010) infiltração ocorre quando há a passagem de líquidos não previstos nas edificações.

Lersch (2003) afirma que a umidade por infiltração se dá pela absorção da água da chuva, associada a ação do vento. Perez (1988) ressalta a importância de levar em consideração as condições climáticas do local, os detalhes arquitetônicos nas fachadas, a estanqueidade à água dos elementos, o programa para manutenção e avaliação do desempenho da edificação ao longo do tempo, por meio da análise da durabilidade das soluções empregadas. Pois todos esses aspectos influenciam e regulam a penetração da água de chuva na edificação.

7.1.1.1. Porosidade

Todo concreto apresenta em sua estrutura os chamados poros, ou seja, espaços vazios que são susceptíveis a entrada de umidade e outros agentes agressivos, como íons cloreto e gás carbônico, que deterioram a estrutura. O tamanho do espaço poroso é determinado através de condições de cura, exposição e sua composição (SATO, 1998).

De acordo com ensaios e análises realizadas por Sato (1998) a respeito da dimensão dos poros em concretos pôde-se concluir que, uma quantia de porosidades com tamanhos reduzidos apresenta resistência hidráulica maior que os poros com tamanhos elevados. Portanto o que o autor sugere é que uma modificação na estrutura dos poros seria uma solução econômica para contribuir na melhoria do desempenho do concreto.

Mendes (1997) expõe o termo porosidade como: “Razão entre o volume do espaço poroso e o volume total do sólido envolvente”. O autor ainda salienta que os meios porosos estão presentes na maioria dos materiais utilizados na construção civil, sendo espaços livres que não possuem sólidos no interior da estrutura, permitindo o escoamento de fluídos. A Figura 1 simboliza um material poroso.

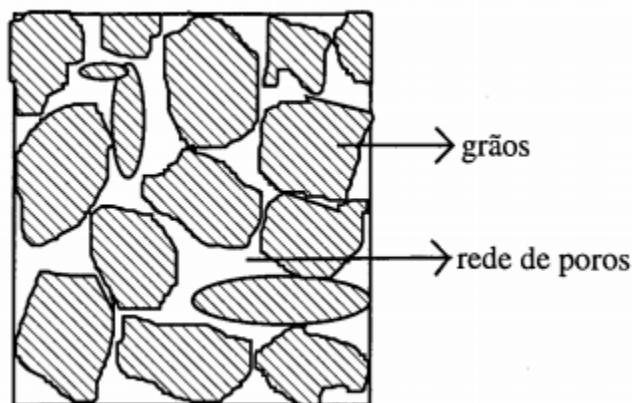


Figura 1 - Representação de uma estrutura porosa (MENDES, 1997).

7.1.1.2. Trincas e Fissuras

Todos os projetos e cálculos de estruturas, de qualquer tipo de construção, quando são realizados, apresentam um coeficiente de segurança, o qual permite certas deformações e deslocamentos. Quando os mesmos são excedentes, por alterações de intensidade ou distribuição de cargas, ocasionados pelos elementos de intempéries, problemas com sobrecargas e até mesmo recalques, podem causar danos como trincas e fissuras (ZUCH, 2008)

Zuch (2008) ainda relata que as trincas e fissuras ocasionadas não comprometem a segurança estabelecida, porém são meios que produzem aberturas, ficando susceptível à percolação da umidade, sendo um ponto negativo para a durabilidade e estanqueidade da construção. Além disso, a recuperação de uma estrutura danificada pela umidade só gera prejuízos.

O aparecimento das trincas e fissuras podem ser em 3 diferentes estágios da estrutura de concreto armado, sendo elas: fase plástica, fase de endurecimento e fase de concreto endurecido, e as mesmas devem ser tratadas depois de uma classificação correta, e do conhecimento de sua origem podendo ser devido à gradientes normais de temperatura e umidade, devido à pressão de cristalização de sais nos poros, devido à carga estrutural ou devido à ação de temperaturas externas (LAPA, 2008).

Fazendo menção à classificação, a NBR 15575-2 (2013) menciona que as fissuras podem ser ativas ou passivas, sendo que a abertura das ativas varia de acordo com a movimentação da estrutura e que a abertura das passivas é constante. Já as trincas a mesma norma denominam como sendo aberturas maiores ou iguais a 0,6mm.

7.1.1.3. Interfaces

Segundo Moreira (2013) interfaces são denominadas como sendo os espaçamento entre elementos de diferentes sistemas construtivos os quais não tiveram uma boa vedação, permitindo que a água percole, por exemplo encontro entre janela e parede como mostra na **Erro! Fonte de referência não encontrada..** O autor ainda relata que existem materiais chamados selantes para estrutura que corrigem as interfaces causadas por má aplicação.

7.1.2. Umidade por Capilaridade (ascendente)

Uma das maneiras que a água contaminada por cloretos é absorvida nos poros é o meio de capilaridade. Existe uma relação de diâmetro e pressão da água contaminada, sendo que quanto maior o diâmetro dos poros, menor a pressão e a profundidade do local atingido por ela, sendo válido também o contrário (CASCUDO, 1997 apud ANDRADE, 2001).

A umidade por capilaridade ocorre nos acabamentos de fachadas (principalmente nas compostas por material poroso) e pisos, e nas partes enterradas da construção, por causa da ascensão da água existente no solo (lençol freático) pelas fundações das paredes. (ANTUNES, 2010).

7.1.3. Umidade por Condensação

Além de várias formas de umidade, a de condensação é uma das mais encontradas nos ambientes comuns do dia a dia das pessoas, estando presentes em paredes, forros, pisos, peças com pouca ventilação, banheiros, cozinhas, lavanderias e garagens (KLEIN, 1999, apud SOUZA, 2008).

A NBR 9575 (2010) retrata a água de condensação como sendo influenciada pelas condições de temperatura e pressão do ambiente, estando presentes em áreas dos elementos construtivos.

Segundo Canto (2010) quando a quantidade de vapor proveniente da presença de água em um ambiente é elevada, fazendo com que o ar fique saturado, há o processo de condensação, o qual é muito comum em ambientes fechados como banheiros, áreas de piscina, entre outros. O autor ainda relata que o processo pode ocorrer caso haja uma mudança de temperatura do ar, previamente não estando saturado de vapor de água, e então após ocorrer um

aumento da temperatura atingindo uma marca suficiente para a condensação gotas de água são produzidas, podendo infiltrar na edificação.

7.1.4. Umidade Acidental

A umidade acidental é decorrente dos vazamentos e das falhas nas tubulações de hidráulica e do sistema de coleta de água da edificação (PEREZ, 1988).

Verçosa (1991) afirma que a identificação do local e a correção do problema exige um trabalho minucioso pois os sistemas de distribuição de água na maioria das vezes estão encobertos, e até ser sanado causam grandes danos a edificação.

7.1.5. Umidade de Obra

Segundo Verçosa (1991) e Klein (1999) a umidade proveniente da execução da obra é a que fica presente na edificação após as atividades (concretagem, pintura), porém ao decorrer do tempo tende a desaparecer.

7.1.6. Água por pressão

Soares (2014) explica que há duas maneiras de água por pressão: positiva e negativa. Ambas se encontram onde a água está diretamente em contato com a estrutura, podendo ser também em piscinas ou reservatórios.

7.1.6.1. Pressão Positiva

Pode-se entender como pressão positiva a água que se relaciona diretamente com a área impermeabilizada, a mesma exerce uma pressão hidrostática superior a 1 kPa (SOARES, 2014). A Figura 2 apresenta um esquema de pressão positiva.

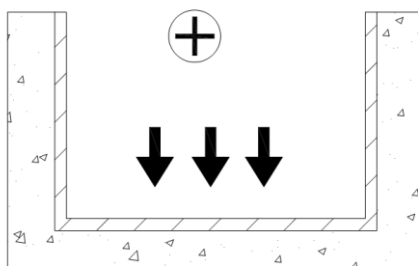


Figura 2 - Esquema de Pressão Positiva (SOARES, 2014)

7.1.6.2. Pressão Negativa

A pressão negativa exerce a mesma pressão de 1 kPa da positiva, porém a atuação da mesma se dá contra o plano de impermeabilização, dessa maneira a água ultrapassa pela estrutura, danificando-a com o tempo. Em função disto é recomendada a impermeabilização, sempre que possível, em pressão positiva (SOARES, 2014). A Figura 3 apresenta um esquema da pressão negativa.

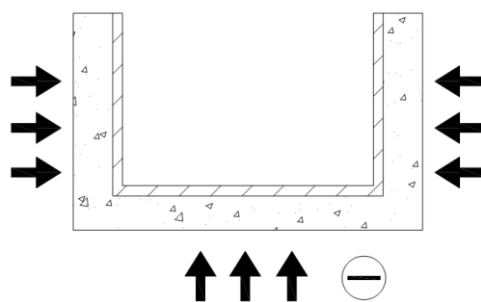


Figura 3 - Esquema de Pressão Negativa (SOARES,2014)

7.2. PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Nota-se com o passar do tempo uma evolução nas tecnologias das construções, para que o conforto do usuário seja cada vez maior. Em certos casos, algumas etapas das edificações não são executadas conforme as boas práticas da construção civil, e complicações notáveis e importantes podem surgir (APOLINÁRIO, 2013).

As obras de construção civil continuam sendo apropriadas para as utilizações e exigências do cenário atual da sociedade. Sempre se deve avaliar os projetos e as estruturas, pois ao longo do tempo a construção pode apresentar problemas. Inspeccionar, avaliar e diagnosticar as manifestações patológicas da construção são tarefas as quais devem ser realizadas sistematicamente e periodicamente, de modo que os resultados e as ações de manutenções devem cumprir efetivamente a reabilitação da construção, sempre que for necessária (GRANATO, 2002).

Segundo Storte (2012), possuir um conhecimento adequado a respeito das manifestações patológicas é de fundamental importância para todos

os envolvidos nos processos da construção da edificação, incluindo desde o projetista e engenheiro até o operário, pois, conhecendo os problemas que uma edificação pode apresentar, a prevenção torna-se facilitada.

Nas diferentes situações que contribuem para a degradação das estruturas temos as variações de temperatura, reações químicas, vibrações, erosão, e, um dos mais sérios, o fenômeno da corrosão das armaduras do concreto armado, o qual demonstra ser um importantíssimo fato patológico, contribuindo de sobremaneira para a degradação da construção (GRANATO, 2002).

Granato (2002) diz que devido à complexidade do entorno e dos efeitos ambientais dos mais diversos tipos sobre as estruturas, não são apenas as melhorias das características dos materiais utilizados na construção civil que melhoram o desempenho das edificações, mas também a técnica de execução, da melhoria dos projetos arquitetônicos e estruturais, dos procedimentos de fiscalização e manutenção, incluindo a manutenção preventiva.

7.2.1. Bolor e Mofo

Alucci et. al. (1988) afirmam que o aparecimento do bolor e mofo em edificações é típico de regiões tropicais e que essas manifestações patológicas possuem grande impacto financeiro quando diagnosticadas. O aparecimento de manchas e alterações na superfície faz com que seja necessário a manutenção ou que o revestimento seja refeito.

Segundo Peres (2004), o bolor e o mofo são causados pela proliferação de fungos. E a presença da umidade é fundamental para que isso ocorra. O mofo se dá através de pontos pretos, e o bolor é caracterizado por manchas esverdeadas ou escuras.

7.2.2. Gotejamentos e vazamentos

Segundo Verçosa (1991), existem quatro tipos de vazamentos, os quais serão descritos nos itens a seguir:

- A. **Vazamento na rede pluvial:** os vazamentos em calhas e nos sistemas de coleta de água de chuva são muito decorrentes. O aparecimento de manchas nos forros e nas paredes logo abaixo dessas tubulações são bons indícios de que algo está

errado. O Autor ainda confirma que apenas com uma inspeção visual após uma chuva o problema pode ser detectado e cita os principais problemas recorrentes:

- ✓ Soldas incompletas e/ou danificadas;
- ✓ Seção insuficiente;
- ✓ Inclinação e caimento invertido;
- ✓ Projeto mal feito da calha, onde o lado interno dela é mais baixo do que o externo, causando extravasamento para dentro no caso de transbordo.

B. **Vazamentos e goteiras nos telhados:** Os vazamentos nos telhados se dão pelos seguintes motivos: Telhas com o caimento inadequado; Qualidade das telhas (fora de especificação normativa); Mofo no telhado; e Madeiramento com falhas na execução. As telhas de fibrocimento apresentam com frequência vazamentos devido às fissuras nas mesmas, sendo parafusos mal colocados e recobrimento pequeno. Já as telhas metálicas apresentam os mesmos problemas da citada anteriormente, porém apresentam ferrugem como um defeito característico. Conhecendo bem o material da telha que será instalada, pode-se evitar o surgimento de vazamentos oriundos de defeitos apresentados.

C. **Vazamentos em lajes de cobertura / terraços:** Os vazamentos em lajes de cobertura e terraços são decorrentes de impermeabilização mal executada ou da inexistência da mesma. Se houver impermeabilização deverão ser verificados os seguintes itens: A existência, ou não, de fissuras nas platibandas adjacentes; Falhas no tratamento das juntas de dilatação, rodapés e/ou ralos.

D. **Vazamento em reservatórios:** Vazamentos em reservatórios, barragens e piscinas são fáceis de serem identificados e solucionados, porém a melhor solução é que seja refeita totalmente a impermeabilização para que não se tenha dúvidas quanto à eficiência. Manchas, ou estalactites de carbonato,

indicam externamente o local em que está ocorrendo o vazamento o qual normalmente se dá nas juntas de concretagem. As falhas durante a concretagem fazem com que apareça vazamento no centro do reservatório surgindo desta maneira manchas circulares ou elipses. E caso haja fissuras na impermeabilização, aparecerão manchas lineares.

7.2.3. Deterioração do revestimento

Segundo Antunes (2010) o deslocamento do revestimento é um problema ocasionado pela deficiência entre a interface das camadas que constituem o sistema. O mesmo ocorre ao longo do tempo, não ocorrendo necessariamente o destacamento imediato do revestimento ou placas cerâmicas. O rompimento inicia-se na interface entre as camadas, tornando o sistema de revestimento estruturalmente instável.

De acordo com Daher (2016) são quatro causas vinculadas ao deslocamento, sendo 40% Congênitas, 35% Construtivas, 20% Adquiridas e 5% Acidentais (causada pelas intempéries como ventos e chuvas, assim como incêndios).

7.2.4. Eflorescência

Eflorescência é o fenômeno do surgimento de manchas esbranquiçadas nas superfícies, para que a mesma ocorra a presença e a ação dissolvente da água é determinante (FIORITO, 2010).

Segundo Uemoto (1988), a eflorescência é decorrente da aglomeração de sais, principalmente de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalinos-terrosos (cálcio e magnésio) na superfície de alvenarias, que podem ser solúveis ou parcialmente solúveis em água.

A sua causa é devido a três fatores de igual importância, o teor de sais solúveis existentes nos materiais ou componentes, a presença de água e a pressão hidrostática necessária para que a solução migre para a superfície. Sem uma dessas condições o fenômeno não ocorrerá. (BAUER *et al.*, 2010).

Beichel (1997) ressalta que quando os sais estão dissolvidos não há problemas. Somente quando a água evapora e os sais se cristalizam é que o fenômeno da eflorescência acontece

7.3. SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO: CONCEPÇÃO E SOLUÇÕES

7.3.1. Conceitos e Especificações de Impermeabilização

A NBR 9575 (2010) apresenta uma definição de impermeabilização como “conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade”.

Alves (2013) apresenta a impermeabilização como sendo uma camada de um processo construtivo, sendo fundamental na construção para que a água incidente na superfície não ultrapasse para camadas inferiores, protegendo a estrutura de possíveis infiltrações. O autor ainda relata a necessidade de a mesma ser preservada contra o ataque de agentes físicos, químicos e mecânicos.

Em relação à durabilidade de um sistema de impermeabilização Souza e Melhado (1997) relatam que não há como avaliar especificamente este parâmetro. Porém a mesma pode ser avaliada de acordo com as experiências de profissionais que já executaram em diversas obras.

Para que o sistema de impermeabilização aplicado na construção seja satisfatório, com resultados excelentes, é imprescindível que o cliente dedique um cuidado especial, cautela e concentração no momento da decisão desde a concepção do projeto até a aplicação dos materiais na obra, sendo importante a escolha dos mesmos e também mão-de-obra qualificada, pois muitos problemas são originados pelo descaso com projetos, com a utilização dos materiais de forma errônea, descuido no preparo de substratos, e etc. (ALVES, 2013).

Apolinário (2013) realizou uma pesquisa entre dezembro de 2009 e setembro de 2011 coletando orçamentos realizados de casas térreas em alvenarias de até 80 metros quadrados no Estado de Santa Catarina. O autor pôde concluir que em relação ao orçamento total da obra (100%), o processo de impermeabilização apresentou um custo mínimo, com média de 0,44%, ou seja, relata que os procedimentos necessários desde o início da obra não podem ser dispensados, pois o custo gerado com uma recuperação posterior é elevado consideravelmente, além do desgaste ocasionado frente ao cliente.

Alguns parâmetros são estabelecidos quando se trata de impermeabilização, alguns deles já foram relacionados como garantia, durabilidade e custos, porém também se deve atentar-se a mais dois quesitos, sendo: número de camadas ou demãos e espessura total do sistema. Ambos são significativos, porém quando se relaciona com lajes niveladas ou acabadas há uma atenção especial, pois, a espessura total depende da quantidade de camadas e contribui no número e altura do rebaixo da laje (SOUZA E MELHADO, 1997).

Todo substrato que será impermeabilizado deverá estar ausente de resíduos como pó e sujeiras, regularização executada fora da normatização, concretagem apresentando falhas como desníveis elevados, e outros elementos que prejudiquem na aderência do material, obtendo então, um substrato adequado para aplicação, pois se o mesmo apresentar estas falhas a qualidade do sistema implantado ficará prejudicada e ao longo do tempo as consequências resultando nas manifestações patológicas, podendo ser principalmente infiltrações, fissuras, entre outros (FIGUEIREDO E RÊGO, 2007).

7.3.2. Projeto

Figueiredo e Rêgo (2007) destacam que os projetos de impermeabilização necessitam ser obrigatórios na parte integrantes de todos os projetos envolvidos em uma edificação, de forma a prevenir de problemas futuros.

A elaboração de um projeto de impermeabilização é de fundamental importância pois apresenta os melhores sistemas a serem utilizados para cada caso em específico de cada obra, assessorando o responsável técnico para identificar o melhor desempenho necessário e custo-benefício existente no mercado. Da mesma maneira que os demais projetos de uma obra são compatibilizados, o projeto de impermeabilização também deve ser anexado nesse sistema, não acarretando anomalias funcionais e prejuízos financeiros (BERNHOEFT E MELHADO, 2010).

Com o intuito de uma construção ser finalizada com êxito, diversos projetos são elaborados para destinar o profissional, responsável de gerenciamento da obra, a seguir informações técnicas de execução da mesma. A NBR 9575 (ABNT, 2010) expõe o projeto de impermeabilização como um

conjunto de informações que são desenvolvidas através de escritas e desenhos de modo que o responsável conduza todos os itens necessários dos sistemas de impermeabilização descritos de forma correta. A norma já citada ainda afirma que o projeto contém três etapas, são elas:

A. Estudo Preliminar;

O estudo preliminar consta basicamente de uma sequência de estudo onde se analisa todas as áreas que serão impermeabilizadas, quantificando-as de forma que todas as exigências quanto ao desempenho em relação à estanqueidade e durabilidade da estrutura (ABNT NBR 9575, 2010).

B. Projeto Básico de Impermeabilização;

Em relação a NBR 9575 (2010 apud IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização)) o projeto básico de impermeabilização deve conter basicamente: plantas de localização e identificação das áreas impermeabilizadas; representações gráficas referentes aos detalhes construtivos dos sistemas de impermeabilização adotados como solução para bloquear da ação de umidade, vapores e fluídos; e um memorial descritivo especificando todas as informações indispensáveis para um resultado eficiente de execução.

C. Projeto Executivo de Impermeabilização.

Dentre todas as etapas, o projeto executivo é o mais importante, pois é nele que constam as referências fundamentais específicas e detalhadas de forma clara, para não conter erros, através de memoriais descritivos e plantas de localização identificando todos os sistemas de impermeabilização adotados para as corretas áreas. Este projeto deve ser executado simultaneamente aos outros projetos executivos da construção, para não haver problemas de compatibilização dos mesmos (ABNT NBR 9575, 2010).

7.3.3. Tipos de Sistemas

7.3.3.1. Sistema Rígido

Segundo a NBR 9575 (ABNT 2010) uma impermeabilização considerada rígida contém materiais que não apresentam um grau de flexibilidade que agem diretamente com os instrumentos construtivos não suscetíveis à deformações e movimentação da edificação.

Em impermeabilização de fundações, por exemplo, os sistemas rígidos são utilizados quando a estrutura não passará por danos causados por movimentações e deformações, ou seja, evitando que nasçam trincas e fissuras por onde a água pode percolar (IBI, 2016).

7.3.3.1.1. Cristalizantes

Os cimentos cristalizantes, segundo Scandaroli (2008), são compostos químicos que reúnem cimentos, aditivos minerais e emulsões de polímero. Devem ser aplicados diretamente a estrutura a ser impermeabilizada e penetram na porosidade da estrutura sob o efeito de osmose, sofrendo uma cristalização em contato com a água.

A maior indicação para este sistema é para tratamento local e temporário de infiltrações (CICHINELLI, 2013).

Existem dois tipos de impermeabilização por cimento cristalizante, o primeiro tipo é feito uma aplicação com trincha ou broxa em superfícies de concreto, argamassa ou alvenaria, já umedecidas (SILVEIRA, 2001).

O segundo tipo, são os cimentos cristalizantes líquidos e neste caso, é preciso respeitar o consumo do produto indicado na embalagem, assim como o número de demãos, já que a economia nesse serviço pode resultar em uma impermeabilização deficiente (FERREIRA, 2012).



Figura 4 - Cristalizantes (FERREIRA, 2012).

7.3.3.1.2. Resinas epóxi

As resinas epóxi ocupam um lugar específico quando se trata de impermeabilização devido às suas características únicas. Muito utilizada em ambientes industriais devido a sua elevada resistência química e à abrasão, como tanques de armazenamento de produtos químicos e tubos metálicos. Desta forma, os sistemas epóxis representam uma solução para áreas em que outros sistemas de impermeabilização não atenderiam, são impermeáveis à água e ao vapor, além de proteção anticorrosiva (FERREIRA, 2012).

A membrana epoxídica trata-se de um produto bi componente à base de resina epóxi e alcatrão. Forma uma película flexível de ótima resistência mecânica e química. É compatível com estruturas de concreto e pode ser aplicado em locais de difícil acesso. (DRYKO PRODUTOS QUÍMICOS LTDA, 2016).

Como apresentado na Figura 5, a resina epóxi pode ser aplicada através de pincel.



Figura 5 - Resinas Epóxi (FERREIRA, 2012).

7.3.3.1.3. Aditivos impermeabilizantes misturados à argamassa

Segundo Vieira (2005), os aditivos utilizados no processo de impermeabilização representam uma metodologia de execução simples e de custos reduzidos.

Os aditivos injetados são dosados na obra e compostos por hidrofugantes, os quais criam uma repelência à água, e é apresentado no formato líquido. Este tipo de sistema é considerado como cimentício e sugerido para aplicação em fundações, vigas baldrame, paredes de alvenaria e muros de arrimos, e deve rigorosamente ser observado pelo responsável da obra para que não ultrapasse os limites indicados pela fábrica (CICHINELLI, 2013).

A Figura 6 demonstra a aplicação da argamassa que possui aditivo impermeabilizante.



Figura 6 - Aditivos hidrófugos para argamassa (FERREIRA, 2012).

7.3.3.1.4. Argamassas Poliméricas

As argamassas poliméricas são materiais compostos por cimentos especiais e látex de polímeros aplicados sob a forma de pintura sobre o substrato, formando uma película impermeável, de excelente aderência e que garante a impermeabilização para pressões d'água positivas e/ou negativas (SILVEIRA, 2001).

Segundo Sayegh (2001), as argamassas poliméricas aceitam de maneira satisfatória pequenas movimentações da estrutura, pois a impermeabilização decorre da formação de uma camada de polímeros que impede a passagem da água.

A argamassa polimérica pode ser aplicada com uma broxa ou trincha em sua condição de tinta ou com uma desempenadeira sob a condição de revestimento, com a diminuição do componente líquido da mistura (SAYEGH, 2001).

Cichinelli (2013) afirma que é necessário o acompanhamento da homogeneização, caso seja necessário, apresentado pelo fabricante, e não aplicar em superfícies molhadas. Os locais mais indicados para aplicação deste sistema são áreas úmidas e molhadas como: Piscinas enterradas, reservatórios, fundações, muros de arrimos, banheiros, sacadas, floreiras, entre outros.

O manual técnico da empresa Carbonos do Brasil (2015) apresenta esta argamassa como sendo um produto que contém incorporadores de ar, com um procedimento de nanotecnologia, fazendo com que todos os vazios do substrato sejam preenchidos, e desta forma a água não tenha espaço para percolar. Ainda expõe que para aplicação do material a superfície deve estar limpa, seca e isenta de pó para melhor aderência, além de que as camadas de aplicação devem possuir espessuras de no mínimo 3mm.

A argamassa polimérica pode ser aplicada com uma broxa ou trincha em sua condição de tinta, como mostra a Figura 7, ou com uma desempenadeira sob a condição de revestimento, com a diminuição do componente líquido da mistura (SAYEGH, 2001).



Figura 7 - Argamassa Polimérica (FERREIRA, 2012).

7.3.3.2. Sistema Flexível

Este tipo de sistema deve conter materiais e instrumentos que possuam um grau de maleabilidade, devendo apresentar propriedades que se deslocam junto ao elemento construtivo, ou seja, se ocorrer uma movimentação da estrutura o sistema flexível para impermeabilização deverá se adequar a ela. Porém para a camada de material ser aplicada a normatização exige que seja feito um ensaio específico (ABNT NBR 9575, 2010).

Quando a estrutura apresenta deformações são necessários produtos flexíveis, ou seja, que trabalham junto com a mesma, suportando maiores deformações. Uma das vantagens desse sistema é a velocidade, portanto com mão de obra qualificada a aplicação é ágil (IBI, 2016).

A principal diferença entre as membranas e as mantas é que a primeira não necessita de emendas (RIGHI, 2009).

Moreira (2013) relata dois tipos de sistemas flexíveis, sendo aplicados in loco e outro sendo pré-moldado, os quais são apresentados na Tabela 1 e descritas nos próximos itens.

Flexíveis aplicados in loco	Resinas termoplásticas
	Membrana e Emulsões Asfálticas
	Membrana acrílica
	Membrana de poliuretano

	Membrana de poliureia
Flexíveis pré-moldados	Manta asfáltica
	Manta líquida
	Manta de PVC
	Manta de PEAD
	Manta de EPDM

Tabela 1 - Separação dos sistemas flexíveis de impermeabilização – Fonte: do autor

7.3.3.2.1. Resinas Termoplásticas

Para a construção civil este sistema é encontrado no mercado como sendo um bi componente, sendo apresentado na forma líquida sendo resina acrílica e em pó sendo cimento aditivado. Para aplicação é recomendada haja uma mistura e a mesma seja aplicada com broca e em várias demãos. É um tipo de sistema restrito pois sua perde eficiência quando aplicado em paredes de pressão negativa, e os principais locais para uso são: piscinas, reservatórios de água potável e pisos frios (FERREIRA, 2012).

7.3.3.2.2. Membrana e Emulsões Asfálticas

As membranas asfálticas são derivadas do composto CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo), o qual é obtido após a remoção dos demais destilados de petróleo (ABNT NBR 9575, 2010).

Righi (2009) comenta que as membranas podem ser aplicadas tanto a frio quanto a quente, os materiais utilizados na primeira opção são: trincha, rolo ou escova, sendo aplicadas como uma pintura em demãos cruzadas, e a segunda opção necessita de uma caldeira, porém os riscos são maiores, necessitando de uma mão de obra especializada para que a manipulação com o fogo não ocasione acidentes.

Segundo Sabbatini (2006) a emulsão asfáltica é um tipo de classificação da membrana além de ser um produto com baixo custo e de fácil aplicação, não necessitando de mão de obra especializada.

De acordo com Figueiredo e Rêgo (2007) quando o cimento asfáltico é disseminado em fase aquosa são originadas as emulsões asfálticas. A sua utilização é restrita quando se trata da eficiência deste sistema, pois a resistência ao escoamento é diminuída quando aplicada em ambientes com temperaturas

altas, entretanto a adição de cargas é um meio de correção deste fato. Já em temperaturas baixas forma-se uma membrana dura e quebradiça. Quando atinge uma duração longa as propriedades são mais reduzidas, diminuindo a flexibilidade, resistência à fadiga e elasticidade.

A NBR 9574 (ABNT 2008) aponta algumas recomendações na hora da aplicação da emulsão asfáltica, sendo o local a ser aplicado deverá conter no mínimo 1% de declividade em direção aos coletores de água do ambiente. A Figura 8 exibe a aplicação deste tipo de sistema flexível.



Figura 8 - Membranas e Emulsões Asfálticas (FERREIRA, 2012).

7.3.3.2.3. Membrana Acrílica

Venturini (2014) relata que este é um sistema que deve ser atentado para algumas precauções, como: aplicar a membrana acrílica em substratos com inclinação maior que 2%, em função de que se a água ficar concentrada em cima do sistema poderá danificá-lo, e as áreas devem ser não transitáveis e expostas.

A aplicação da manta acrílica pode ser através de rolo de pintura, como apresenta a Figura 9.



Figura 9 - Manta acrílica (FERREIRA, 2012).

7.3.3.2.4. Membrana de Poliuretano

Ferreira (2012) apresenta a membrana de poliuretano como sendo um sistema aplicado a frio, porém com elasticidade e alto grau de resistência a altas temperaturas. É aplicável em diferentes ambientes como lajes e áreas molhadas, tanques de efluentes e reservatórios. O autor ainda comenta que no momento da aplicação o responsável deve prestar atenção ao consumo indicado na embalagem, com as devidas demãos para que o sistema não fique deficiente.

A Figura 10 exhibe a aplicação da manta de poliuretano.



Figura 10 - Manta de Poliuretano (FERREIRA, 2012).

7.3.3.2.5. Membrana de Poliureia

A comercialização desta membrana de poliureia se dá por meio de spray a qual é a maneira aplicável juntamente com a utilização de equipamento de pulverização. A indicação deste material é para grandes lajes que necessitam de uma rápida cura pois depois de aplicado a secagem é em questão de minutos. Algumas de suas características são: grande elasticidade, por isso é um sistema flexível, e boa resistência química e mecânica (FERREIRA, 2012).

Ischakewitsch (2011) afirma que dependendo do material que a poliureia é formulada, o alongamento da mesma chega a 600% até a ruptura. É um material que possui vida útil longa e indicado para lugares como estacionamentos, pisos industriais, revestimentos internos de tanques, tanques de tratamento de água e efluente, entre outros.

Este tipo de sistema é uma das inovações no ramo de impermeabilização de obras, que vem sendo aplicado cada vez mais, por ser um sistema novo seu custo é mais elevado, porém não necessita de proteção mecânica sob ele. Um exemplo onde foi utilizado é o estádio do Maracanã, os responsáveis se atentaram ao fato de ser um material leve, com um bom rendimento e principalmente pela cura rápida (MARTINS, 2013).

A membrana de poliureia é aplicada através de jato como apresenta a Figura 11.



Figura 11 - Manta de Poliureia (RADIAL REVESTIMENTOS TÉCNICOS, 2016).

7.3.3.2.6. Manta Asfáltica

As mantas asfálticas caracterizam um dos tipos de sistemas mais empregados na área da construção civil, liderando o ranking dos sistemas existentes, sendo pré-fabricados e constituído de fibras de poliéster apresentado um alto grau de resistência mecânica (FERREIRA, 2012).

Para o início da aplicação da manta asfáltica deve-se tomar algumas precauções, sendo necessária a normalização da superfície com argamassa de cimento e areia para aplicação da mesma. Em relação ao encontro do piso com muros, paredes e jardineiras recomenda-se que os mesmos devem ser arredondados para que o escoamento da água seja facilitado e para que diminua o risco da abertura de orifícios na manta, prejudicando a eficiência do material. Nas áreas verticais orienta-se a aplicação da manta de 30 a 40cm (FIGUEROLA, 2006).

Figuerola (2006) ainda evidencia a utilização dos corretos materiais para aplicação os quais estão citados abaixo:

- ❖ Argamassa de cimento areia;
- ❖ Maçarico;
- ❖ Manta asfáltica;
- ❖ Tinta de base asfáltica (primer);
- ❖ Colher de pedreiro;
- ❖ Rolo de lã;
- ❖ Camada separadora podendo ser filme de polietileno ou papel Kraft;
- ❖ Materiais de proteção individual

Tamaki (2010) comenta que em grandes áreas a aplicação torna-se mais produtiva, pois a aplicabilidade é mais fácil gerando menos resíduos, podendo usar as sobras em outras camadas a serem aplicadas. Os resultados da aplicação deste sistema variam de acordo com a espessura e resistência requerida em projeto.

A aplicação deve obrigatoriamente ser realizada por mão de obra especializada pois as manifestações patológicas encontradas em locais que este tipo de sistema foi implantado justificam-se basicamente por falha na aplicação (POUSA, 2013).

A manta asfáltica é comercializada através de rolos como a Figura 12 evidencia.



Figura 12 - Manta Asfáltica (do autor, 2016).

7.3.3.2.7. Manta Líquida

Segundo Ferreira (2012), a manta líquida é um composto impermeabilizante acrílico moldado in loco, que forma depois de seco, uma membrana flexível e sem emendas. Os produtos que compõem este sistema, variam em relação a flexibilidade, resistência aos raios solares e como são aplicados.

A Figura 13 mostra um meio de aplicação da manta líquida.



Figura 13 - Manta Líquida (IMPERQUALITY, 2016).

7.3.3.2.8. Manta de PVC

O Cloreto de Polivinila é o principal composto dessa manta fabricada com materiais sintéticos, sendo consideradas como mantas geomembranas de PVC. É um dos materiais mais utilizados na construção civil, e é classificado como termoplástico de fácil manuseio e emenda. Em função de serem constituídas de uma estrutura molecular, propiciam a utilização em locais onde há grande movimentação estrutural (ANDRIOLO, 1991).

Para a aplicação desse sistema a NBR 9574 (2008) define que as camadas deverão ser sobrepostas com no mínimo 10cm de altura e a vedação nas emendas deverá ser realizada através de termofusão, garantindo a qualidade do resultado final.

De acordo com Carvalho (2014) da mesma forma de alguns outros sistemas este também deve ser aplicado com mão de obra especializada para não obter problemas futuros. Estas mantas são utilizadas em uma escala maior nos países da Europa, porém já estão sendo difundidas no Brasil. O autor ainda comenta que os locais de aplicação sugeridos são tanques de resíduos industriais, reservatórios de água de reuso, lagoas de pisciculturas, entre outros.

Estas mantas compreendem boa qualidade, facilidade de aplicação e elevado grau de eficiência (GUERRA, 2013).

Conforme a Figura 14, a aplicação da manta deve ser com mão de obra especializada.



Figura 14 - Manta de PVC (FERREIRA, 2012).

7.3.3.2.9. Manta de PEAD

Ferreira (2012) apresenta a Manta PEAD como geomembranas de polietileno de alta densidade, sua composição é de polietileno virgem e de fuligem. Porém apresenta também componentes químicos que fazem com que o sistema quando aplicado resista às intempéries e altas temperaturas.

O autor ainda comenta que os locais onde são aplicadas as mantas de PEAD são: aterros sanitários, lagoas de rejeitos industriais, tanques de ETE e lagoas artificiais, sendo obras de grande porte. Este sistema não apenas protege a estrutura contra ações da água e efluentes como tem o objetivo de proteger o meio ambiente, evitando a contaminação do lençol freático

Guerra (2013) afirma que a manta de PEAD possui um elevado grau de eficiência e durabilidade, porém sua aplicação exige que os trabalhadores sejam treinados pela dificuldade apresentada nesta etapa.

Uma das aplicações deste tipo de sistema é em telhados verdes, pois é considerada também como anti-raízes, apresentando alta resistência física à ruptura por tração e química à ácidos, bases, sais, e solventes orgânicos. Suas emendas são realizadas por termofusão (SOMA, 2009 apud MOHAMAD et. al. 2016).

A Figura 15 exibe a manta PEAD já aplicada.



Figura 15 - Manta EPDM (FERREIRA, 2012).

7.3.3.2.10. Manta de EPDM

As mantas EPDM são denominadas como: manta elastomérica de etileno-propileno-dieno-monômero segundo a NBR 9575 (ABNT 2010).

Moraes (2002, apud Righi 2009) descreve este sistema como adaptável à diversos ambientes a serem impermeabilizados, porém designados à estruturas que são propícias à movimentação térmica e fissura estáticas. O autor ainda relata que sua aplicação é a frio, não correndo risco com fogo e de maneira acessível a qualquer mão de obra.

O material composto desta manta é emborrachado, como percebe-se na Figura 16, fazendo com que ela tenha um alto grau de elasticidade. Os ambientes recomendados são os mesmos das mantas PEAD, sendo: reservatórios, lagos artificiais, tanques de criação de peixe e canais de irrigação. O autor ainda comenta que são utilizadas em coberturas de edificações, tendo uma procura para esses locais pois podem ser apresentadas na cor branca, fazendo com que os raios reflitam deixando a temperatura interna do ambiente menor (FERREIRA, 2012).



Figura 16 - Manta EPDM (FERREIRA, 2012).

7.3.4. Vistorias, fiscalização e testes

Bauer *et al.* (2010) afirmam que o desempenho da impermeabilização seja eficaz é necessário um controle minucioso no momento da execução e finalização de todos os responsáveis envolvidos, sendo eles: a empresa aplicadora, o engenheiro responsável pela obra, o projetista ou entidade fiscalizadora designada para essa função.

O projeto antes de executado deve ser rigorosamente estudado e planejado para que decisões sejam tomadas e possíveis problemas que possam ocorrer durante a sua execução e andamento da obra sejam detectados. Os itens que deverão ser verificados devem ser os seguintes (BAUER *et al.*, 2010):

- ❖ Se preparação da estrutura que vai receber a impermeabilização está sendo feita corretamente;
- ❖ Se o material aplicado está dentro das especificações de qualidade, características técnicas, espessura, consumo, tempo de estanqueidade, método de aplicação e proteções.

Segundo a NBR 9575 (ABNT 2010), além de o responsável verificar a qualidade dos materiais dos fabricantes, é necessário que seis itens sejam acompanhados e fiscalizados, sendo eles:

- a) “Resistir às cargas estáticas e dinâmicas atuantes sob e sobre a impermeabilização”
- b) “Resistir aos efeitos dos movimentos de dilatação e retração do substrato e revestimentos, ocasionados por variações térmicas.”
- c) “Resistir à degradação ocasionada por influências climáticas, térmicas, químicas ou biológicas. ”
- d) “Resistir `s pressões hidrostáticas, de percolação, coluna d’água e umidade do solo, bem como descolamento ocasionado por perda de aderência. ”
- e) “Apresentar aderência, flexibilidade, resistência e estabilidade físico-mecânica compatíveis com as solicitações previstas nos demais projetos. ”
- f) “Resistir ao ataque e agressão de raízes de plantas ornamentais. ”

8. PESQUISA APLICADA

Elaborou-se um questionário com 10 perguntas, as quais 8 eram questões de múltipla escolha e 2 de respostas discursivas, as mesmas foram criadas com o objetivo de conhecer, principalmente, os sistemas impermeabilizantes empregados e as manifestações patológicas mais comuns ocasionadas pela falta destes sistemas.

O questionário foi aplicado pessoalmente e pela ferramenta de e-mail para engenheiros e arquitetos responsáveis pela execução de diferentes obras em Curitiba-PR.

Decorrente dos 23 questionários respondidos, pôde-se observar os resultados em relação aos projetos de impermeabilização, áreas frias e úmidas mais comuns impermeabilizadas, diferentes sistemas de impermeabilização empregados, mão de obra para aplicação, manifestações patológicas, e se são realizados testes de estanqueidade ou não.

8.1. Projetos de Impermeabilização

Primeiramente teve-se uma preocupação em saber se nas obras há ou não projetos de impermeabilização, e pôde-se observar que os resultados foram balanceados, sendo 12 obras com projetos, representando 52% e 11 obras sem, representando os outros 48%. Desta maneira, esclarecendo que ainda não são todos os responsáveis que se preocupam com esta ferramenta a qual é importante para a prevenção dos problemas e a correta execução dos sistemas. Os dados são ilustrados na Figura 17 a seguir:

Existência de Projetos

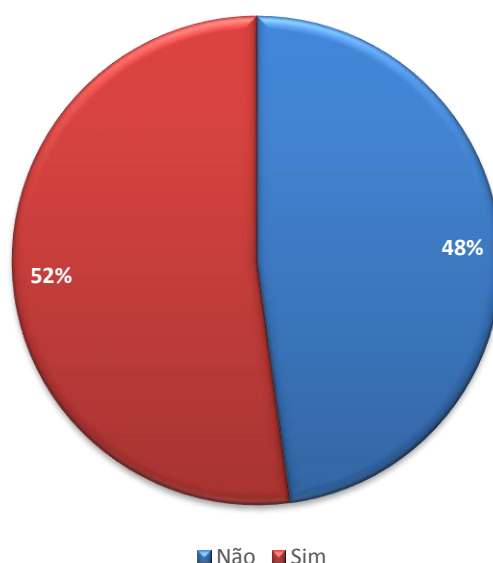


Figura 17 - Gráfico: Existência ou não de Projetos

Além da existência ou não de projetos, procurou-se saber se os projetos existentes são próprios ou terceirizados, afim de identificar a presença um setor específico da empresa ou se é mais satisfatório terceirizar. Observou-se que das 12 obras as quais possuíam projetos, 7 eram terceirizados totalizando 58%, sendo 5 próprios totalizando 42%, analisando então, que atualmente as construtoras estão preferindo não investir totalmente em profissionais especializados que realizam projetos dentro de suas empresas, e sim profissionais e empresas de fora, decorrente de que as mesmas apresentam e oferecem garantias sobre os serviços, sendo favorável na contratação destes projetos. A Figura 18 ilustra os resultados obtidos.

Terceirizados ou Próprios

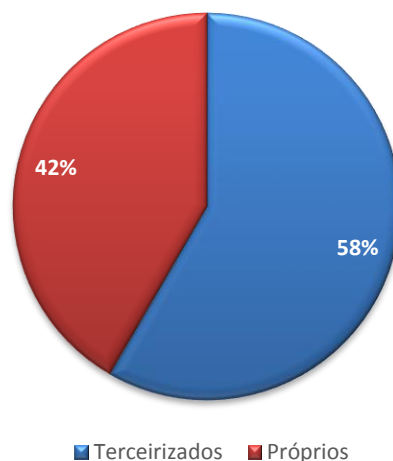


Figura 18 - Gráfico: Projetos terceirizados ou próprios

8.2. Áreas úmidas e frias

Dentre as áreas mais conhecidas e comuns as quais são impermeabilizadas, estudou-se 15, sendo elas: banheiro inteiro, somente área box, cozinha, lavanderia, piscinas, área de cisterna, sacadas, laje de garagens, lajes e áreas descobertas, sauna, poço de elevador, floreiras, caixa d'água, muro de arrimo, entre outros.

Percebeu-se que a área mais impermeabilizada foi lajes e áreas descobertas com 16 obras apontadas, logo após aparecem empatados com 14 obras apontadas: Somente área do box e sacadas. Desta maneira conclui-se que os responsáveis preferenciam impermeabilizar as áreas consideradas comuns entre os responsáveis. Porém as áreas menos citadas como sauna (2 obras - 1%), lavanderia (5 obras - 4%), lajes de garagens (5 obras - 4%) também apresentam um grau de contato com a água e umidade, sendo que deveriam ser impermeabilizados, entretanto não foram evidenciados nas obras estudadas.

Todos os itens e seus respectivos resultados são apresentados na Figura 19.

Áreas frias e úmidas

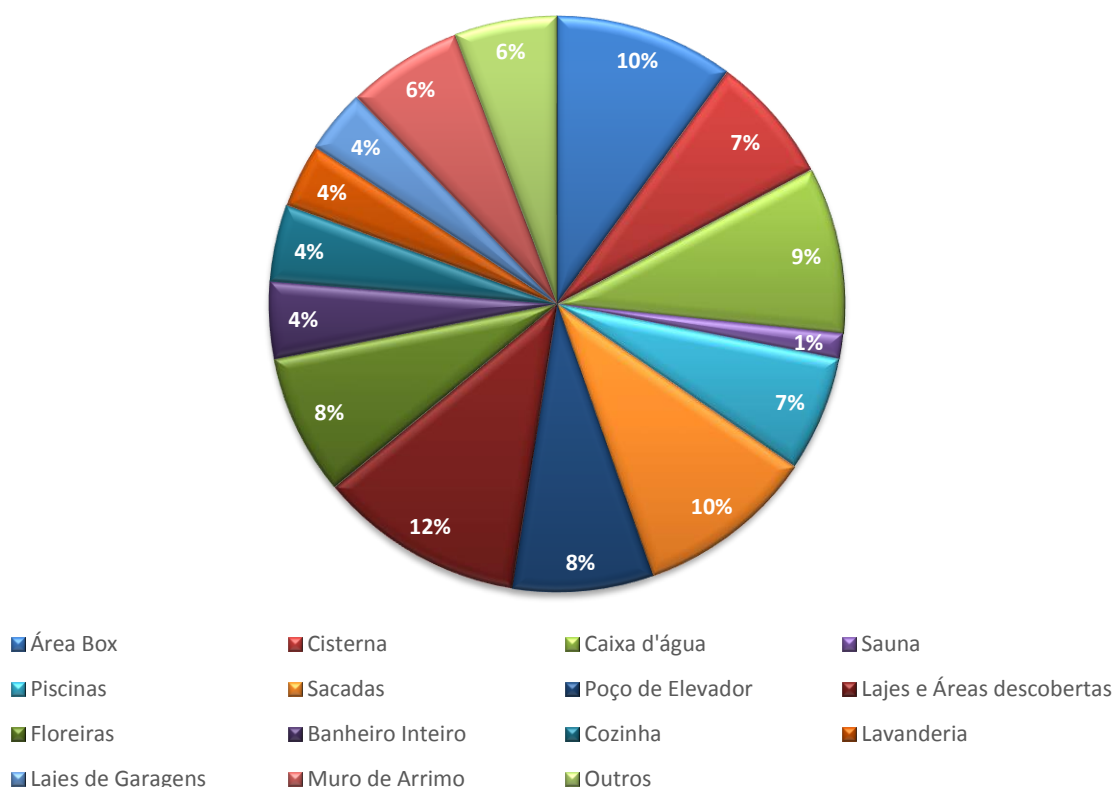


Figura 19 - Gráfico: Áreas frias e úmidas

8.3. Sistemas de impermeabilização

Dentre todos os sistemas de impermeabilização citados na revisão bibliográfica apenas 8 apareceram como itens citados nos questionários, sendo 2 do sistema rígido (aditivos impermeabilizantes misturados à argamassa e argamassas poliméricas) e 6 do sistema flexível (resinas termoplásticas, manta asfáltica, membranas e emulsões asfálticas, manta PVC, manta PEAD e manta líquida).

Os sistemas que apresentaram uma maior notoriedade foram as mantas asfálticas com 30% e argamassas poliméricas com 27%. Comprovando que da mesma maneira que apresentado nas revisões por Ferreira (2012) e Tamaki (2010) as mantas asfálticas são amplamente utilizadas na construção civil, tratando-se de fácil aplicação em grandes áreas, confirmando também que as argamassas poliméricas são utilizadas em muros de arrimos, banheiros, sacadas, floreiras, entre outros como comenta Cichinelli (2013).

Já os sistemas com menor representatividade foram as mantas líquidas e as mantas PEAD com 2% cada. A Figura 20 apresenta todas as porcentagens dos sistemas empregados nas obras pesquisadas.

Sistemas de Impermeabilização

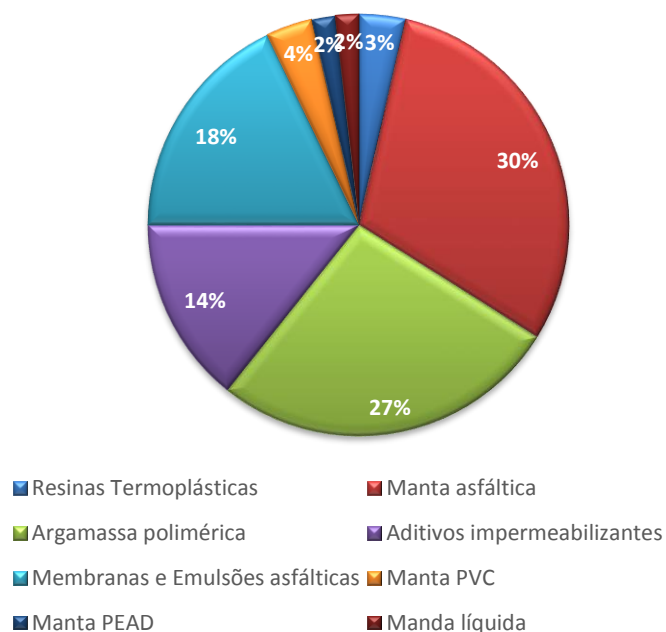


Figura 20 - Gráfico: Sistemas de Impermeabilização

8.4. Mão de obra de aplicação

Como referido por alguns autores anteriormente, quando problemas surgem nas obras comumente é por falhas na hora da aplicação, por isso foram elaboradas duas perguntas para relacionar se a mão de obra é terceirizada ou própria da construtora, e se são treinadas ou não. Obtivemos um resultado muito significativo, sendo 75% terceirizada, como mostra a Figura 21 sobre o tipo da mão de obra adquirida.

Mão de Obra Aplicada

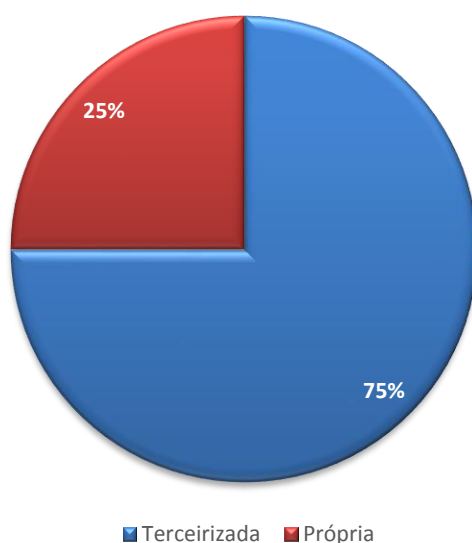


Figura 21 - Gráfico: Mão de Obra aplicada

Complementando o resultado anterior observou-se que 87% da mão de obra é treinada, concluindo que, apesar de os responsáveis não se preocuparem em obter projetos em suas obras, eles atentam-se para que a aplicação seja de qualidade, como mostra a Figura 22.

Mão de Obra Treinada

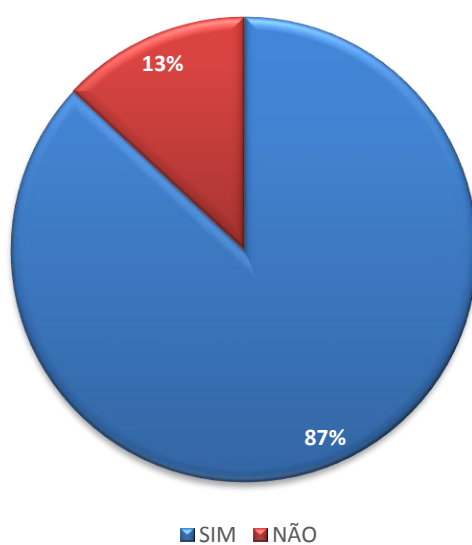


Figura 22 - Gráfico: Mão de obra treinada

8.5. Manifestações Patológicas encontradas

Como o foco do trabalho é a prevenção das principais manifestações patológicas mais ocasionadas nas obras civis perguntou-se se a edificação apresentou algumas das mesmas ocasionadas pela umidade, então pôde-se relatar que as quais apareceram em evidência foram: infiltração, bolor e mofo, eflorescência, e gotejamento e vazamentos.

Porém verificou-se que dos 23 relatórios respondidos apenas 4 apresentaram estas manifestações patológicas, resultando 19 obras sem problemas. A Figura 23 apresenta que infiltração e eflorescência aparecem em evidência com 30% cada, ficando então com 20% cada os itens bolor e mofo, e gotejamento e vazamento, as porcentagens são apresentados a seguir.

Manifestações patológicas encontradas

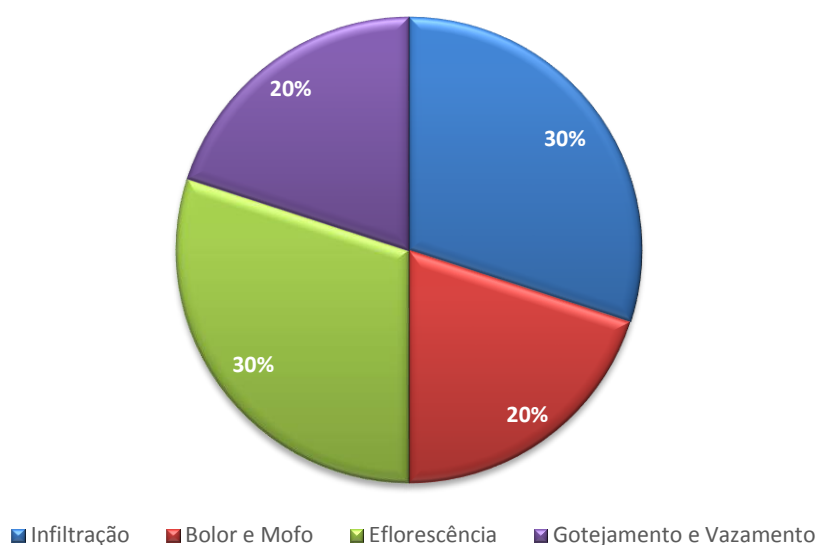


Figura 23 - Gráfico: Manifestações patológicas encontradas

Referente às 4 obras que apresentaram manifestações patológicas no item anterior questionou-se as justificativas das mesmas, para entender quais os meios que apontaram falhas.

Observou-se que a utilização incorreta (falhas) dos meios impermeabilizantes, a não utilização de impermeabilizantes em pontos

específicos e a falta de projeto, apareceram em evidência, além de três casos específicos relacionados a seguir:

- *“Má fixação/chumbamento de ralos nas sacadas/bwc, ocasionando manchas de infiltração no forro inferior”;*
- *“O Bit Box dos bwcs foi executado pré-moldado e instalado junto com o contrapiso. Em alguns casos, o mesmo trabalhou após a impermeabilização e gerou fissuras ocasionando manchas de infiltração no forro inferior”;*
- *“O espelho d’água tinha um vazamento que gotejava na laje da garagem. Pelo mesmo motivo apresentaram algumas eflorescências no teto do subsolo”.*

8.6. Teste de Estanqueidade

Como conclusão do questionário aplicado apurou-se a realização de testes de estanqueidade como previsto em normativa brasileira. Os testes devem ser realizados logo após a aplicação do sistema e verifica-se o resultado 72 horas depois. Dos 23 questionários coletados, apenas 1 relatou que em sua obra não é feito o teste, concluindo que 96% dos responsáveis seguem esta etapa importante da fase de impermeabilização pelo fato de que é nela que se verifica a eficiência do sistema aplicado, sendo um modo de validar esta etapa da obra. A Figura 24 a seguir, expõe o resultado obtido.

Testes de Estanqueidade

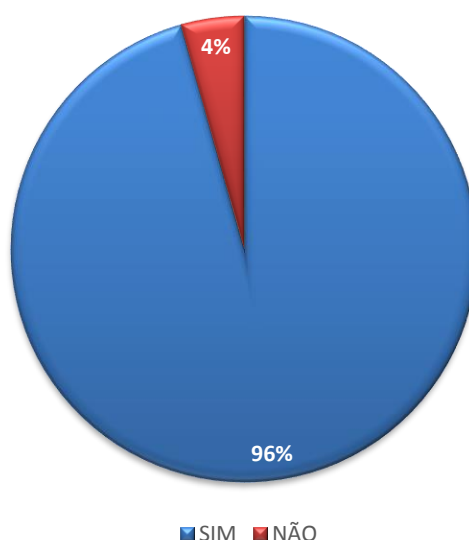


Figura 24 - Gráfico: Testes de estanqueidade

9. MEIOS DE PREVENÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Do total de 23 questionários, 16 apresentaram respostas ao que diz respeito aos meios de prevenção das manifestações patológicas que visam antecipar os problemas comumente apontados, gerando, desta maneira, menos impacto financeiro e estrutural para a obra. Os itens respondidos pelos responsáveis foram:

1. *“Por se tratar de uma construção nova, apenas a realização correta na sequência das atividades é um meio de prevenção: estrutura, impermeabilização, proteção mecânica, acabamentos”;*
2. *“Execução do sistema de impermeabilização conforme indicações do fornecedor”;*
3. *“Rigorosa conferência dos serviços executados”;*
4. *“A devida regularização dos elementos que receberão a impermeabilização, arredondando qualquer canto reto, reunião técnica com a empresa que irá aplicar a impermeabilização para liberação das áreas que receberão o tratamento, tentar garantir uma imprimação adequada, limpeza da área a ser trabalhada”;*
5. *“Cobrimento da laje com lona”;*
6. *“Por se tratar de uma obra relativamente pequena, foi possível a execução dos sistemas de impermeabilização logo após a execução dos serviços, ou seja, após a desforma das vigas baldrame, já foi possível a utilização de pintura asfáltica. E para a confecção do piso de concreto nas áreas molhadas, já foi inserido os aditivos impermeabilizantes”;*
7. *“Executar projetos exatamente como feito, utilizar mão de obra especializada e materiais de boa qualidade”;*
8. *“Certificar que a superfície está isenta de massa solta, elementos pontiagudos e poeira”;*
9. *“Garantir que o chumbamento e fixação dos ralos seja bem estruturada”;*
10. *“Executar o bit Box “in loco” garantindo que seja ancorado nas extremidades”;*
11. *“Verificação dos serviços previamente executados para liberação dos processos de impermeabilização”;*

12. *“Sempre a sequência de serviços só é autorizada após aplicação do processo impermeabilizante (ex: forro só depois da laje superior ser impermeabilizada) ”;*
13. *“Encaixes nos emboços para ancoragem das mantas, alturas de no mínimo 30cm para os rodapés, regularização dos contra pisos para o recebimento da impermeabilização”;*
14. *“Os projetos de impermeabilização dever ser seguidos conforme as normas. Limpeza do local, atenção aos pontos críticos como os ralos, perfurações e transição de alvenarias”;*
15. *“Após a secagem das lajes, cobrir as mesmas com lona. Evitar acúmulo de águas nas partes externas e internas”;*
16. *“Atendimento integral à norma de desempenho das edificações”.*

9.1. Projetos

Como resultado da pesquisa elaborada com os profissionais da construção civil na cidade de Curitiba, identificou-se que apenas 52% das obras em estudo utilizam projetos de impermeabilização, demonstrando que apenas um pouco mais da metade dos responsáveis evidenciam esta etapa considerada de extrema importância para a prevenção das manifestações patológicas e a correta execução dos sistemas.

Embora os projetos de impermeabilização não estejam presentes 100% nas obras como recomendado, o relatório de pesquisa indicou que apenas 4 obras apresentaram problemas como: infiltração, bolor e mofo, eflorescência, gotejamento e vazamento, sendo que estas manifestações patológicas aparecem com percentuais balanceados, concluindo que deve-se atentar-se a estes problemas mais corriqueiros.

Observou-se que as principais áreas impermeabilizadas atualmente são lajes e áreas descobertas, área do box e sacadas, e como já comentado anteriormente nos resultados, de acordo com a NBR 9575 (2010) todas as áreas que possuem contato com água ou umidade deveriam ser impermeabilizadas, como lavanderias e cozinhas onde geralmente não são executadas, para que o resultado seja mais eficaz e os problemas diminuam.

9.2. Principais sistemas utilizados

Da mesma maneira que apresentado nas revisões por Ferreira (2012) e Tamaki (2010) que as mantas asfálticas são amplamente utilizadas na construção civil, tratando-se de fácil aplicação em grandes áreas, e que as argamassas poliméricas são utilizadas em muros de arrimos, banheiros, sacadas, floreiras, entre outros, os sistemas impermeabilizantes mais utilizados nas obras estudadas foram as Mantas asfálticas com 30% e as Argamassas Poliméricas com 27%.

Os cuidados com a manta asfáltica na hora da aplicação diminui o índice de problemas, sendo que primeiramente deve-se verificar se o contra piso está devidamente regularizado para recebimento do material; se os cantos entre piso e paredes estão arredondados para uma melhor ancoragem; mão de obra especializada para verificar o momento certo de soldagem da manta no substrato; execução das camadas com sobreposição de 10cm e demãos cruzadas, e também executar a camada de proteção mecânica após o teste de estanqueidade, finalizando o processo.

Além disso, para prevenção de infiltrações decorrentes de ralos, os quais são pontos críticos nesta fase da obra, deve-se primeiramente passar um fundo de primer e aguardar a secagem por 2 horas, logo após deve-se colocar a manta asfáltica no formato de um cilindro, transpassando aproximadamente 10cm para dentro, então cortam-se pequenas tiras da parte externa, no formato de uma flor para que cada pedaço seja aquecido e aderido ao piso, neste momento, com a manta aquecida, unem-se todas as tiras, retirando todos os vazios do entorno do ralo, e para finalização cobre-se o processo com outra camada da manta asfáltica.

Como já mencionado nas referências bibliográficas, para a prevenção dos problemas encontrados através da aplicação das argamassas poliméricas a aplicação não se pode anular os processos como secagem entre demãos conforme o fabricante, aplicação com os equipamentos específicos para cada ocasião.

9.3. Mão de Obra

Referenciando a mão de obra utilizada, percebeu-se que 58% foram terceirizadas e 85% treinadas, fazendo com que o trabalho realizado em obra possua maior garantia, pois como relacionado pelo profissionais e autores, muitas vezes as manifestações patológicas acontecem por não possuírem bons aplicadores, sendo este um item que muito sistemas impermeabilizantes exigem como requisito para um eficiente resultado, além de realizarem testes por 72 horas como mostram 22 obras das 23 estudadas, totalizando 96%.

Apesar de existir uma grande diversidade de sistemas impermeabilizantes, a falta de experiência e/ou treinamento de profissionais para a correta aplicação e escolha do método mais eficaz acaba direcionando os responsáveis da obra a utilizarem os sistemas mais corriqueiros, os quais podem não ser os mais apropriados, influenciando na aplicabilidade e também no custo.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho expôs a umidade como sendo um item que gera prejuízo em uma edificação caso não seja avaliada, examinada e corrigida. Portanto os problemas encontrados aparecem nos pequenos detalhes e quando menos se espera, caso não sejam evidenciados como prioridade no momento da execução da obra.

Juntamente apresentou-se de forma específica a maioria dos sistemas de impermeabilização atualmente comercializados no ramo da construção civil, pois cada caso de obra solicita um tipo diferente de material, mostrando a importância da execução de todos os passos corretos para que as manifestações patológicas sejam evitadas.

Além de atentar-se aos sistemas empregados, é necessário que a obra invista em profissionais qualificados desde a fase de projeto até a execução, pois desta maneira o usuário final terá uma garantia maior na hora da compra do seu imóvel. Portanto os engenheiros e responsáveis devem conscientizar-se de que, como já comentado anteriormente, é mais acertado investir em uma solução de impermeabilização de qualidade, que representa 1,5 a 3,5% do custo total da obra, do que arcar com as consequências de retrabalho, prejuízos e com a insatisfação e reclamação dos usuários finais, os clientes. O custo final de um retrabalho pode chegar a quinze vezes mais do que a correta execução dos sistemas caso fossem cumpridas conforme as normas e manuais técnicos.

Conclui-se que os principais motivos de realizar um processo de impermeabilização eficiente se dão pela maior vida útil da estrutura, protegendo-a, evitando a ação de agentes agressivos contra a saúde humana (por exemplo: bolor e mofo que causam mal cheiro e até doenças), e também contribuindo para a estética final da edificação.

Finalizando os assuntos abordados e esclarecendo o foco do presente trabalho, o qual é a prevenção das manifestações patológicas, foi possível concluir que se tomadas as medidas como, obter projeto específico de impermeabilização, executar as atividades de obra em sua correta sequência, seguindo as indicações dos fornecedores, analisar a limpeza das superfícies dos substratos que irão receber os impermeabilizantes, utilizar materiais de boa qualidade, fazer rigorosa inspeção dos serviços realizados (no caso de mantas

fazer 30cm na vertical, e se atentar ao correto procedimento nos ralos, pois os mesmos apresentam alto grau de problemas) e investir em mão de obra especializada, o construtor ou responsável pela obra estará utilizando dos meios de prevenção obtidos como resultado deste estudo.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 9575 – Projeto de Impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 9574 – Execução de Impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 15575-2 – Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais**. Rio de Janeiro, 2013.

ALUCCI, M.P.; FLAUZINHO, W.D.; MILANO, S. **Bolor em edifícios: causas e recomendações**. In: Tecnologia de edificações. Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Editora Pini, São Paulo 1988.

ALVES, J. A. R. L. **Impermeabilização e Isolamento Térmico de Coberturas em Terraço, Sistemas construtivos e Patologias**. [Dissertação Mestrado]. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa – ISEL. Lisboa, 2013.

ANDRADE, J. J. O. **Contribuição à Previsão da Vida Útil das Estruturas de Concreto Armado Atacadas pela Corrosão de Armaduras: Iniciação por Cloretos**. [Tese de Doutorado]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS, 2001.

ANDRIOLO, F.R. **Desenvolvimento de Mantas P.V.C. – Opção Técnica e Econômica para Impermeabilizações de Barragens**. XIX Seminário Nacional de Grandes Barragens, Aracaju – SE, 1991.

APOLINÁRIO, M. S. **Danos Causados por Falhas na Impermeabilização da Infraestrutura de Edificações Térreas Residenciais Privativas Unifamiliares com Área até Oitenta Metros Quadrados**. [Artigo de

Pós-Graduação]. Curso de Avaliações de Perícias de Engenharia - IPOG. Janeiro, 2013. Disponível em <<http://www.ipoggo.com.br/uploads/arquivos/5716fe509ee41294ce5c36ce6cc2e8e1.pdf>> Acesso em 20/08/2015 às 20 horas.

BARROSO, G. F. *et al.* **Sistemas de Impermeabilizações (Ênfase em Manta Asfálticas)**. [Artigo de Graduação] Curso de Engenharia Civil. Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde. Belo Horizonte, 2015.

BAUER, E. *et. al.* **Sistemas de impermeabilização e isolamento térmico**. In: Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. Ed. G.C. Isaia. 2ed. São Paulo, IBRACON, 2010.

BEICHEL, ADOLF. **Restauração de alvenaria úmida com salinidade**. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, Salvador, 1997. Anais. p. 357-62.

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

CANTO, E. **Por que os aviões deixam rastros brancos no céu?**, Ciências Naturais, Vol. 4, 3ª. Edição - Editora Moderna, n. 17, 2010.

CARBONOS DO BRASIL, www.carbonosdobrasil.com.br [Manual Técnico] (Acessado em 29/08/2015).

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

CASCUDO, O. **O Controle da Corrosão das Armaduras em Concreto: Inspeção e Técnicas Eletroquímicas**. Ed. PINI, São Paulo, Ed. UFG, 1997. 237p.

CICHINELLI, Gisele. **Umidade barrada**. Construção Mercado, São Paulo, n. 140, p. 52-55, 2013.

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

DAHER, C. Z. **Gestão Tecnológicas de Revestimento em Edifícios**. Notas de Aula. Curitiba: Instituto IDD, 2016.

FERREIRA, R. **Materiais e Ferramentas: Conhecendo os impermeabilizantes**. Edição 44, Pini, 2012. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/44/conhecendo-os-impermeabilizantes-veja-quais-sao-os-sistemas-de-245388-1.aspx>>. Acesso em: 07 de Novembro de 2016.

FIGUEIROLA, V. **Impermeabilização com Manta Asfáltica**, Equipe de Obra, nº 5, 2006.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. São Paulo, Pini, 1994.

GRANATO, J. E. **Patologia das Construções**. 2002.

GUERRA JUNIOR, Jose Carlos. **Coberturas vivas, algumas observações técnicas para a sua implantação**. 213 f. [Dissertação de Mestrado] - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2013.

IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização. Disponível em <<http://www.ibibrasil.org.br/projetos>>. Acesso em: 19 de Outubro de 2015.

KLEIN, D. L. **Apostila do Curso de Patologia das Construções**. Porto Alegre, 1999 - 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.

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

LAPA, J. S. **Patologia, Recuperação e Reparo das Estruturas de Concreto**. [Pós-Graduação]. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Minas Gerais, 2008.

LERSCH, I. M. **Contribuição para a identificação dos principais fatores de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre**. 180 f. [Dissertação de Mestrado] - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções: procedimento para diagnostico e recuperação**, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, Brasil, 1986.

MARTINS, J. **Desempenho no projeto**. Técnica, São Paulo, n. 194, p. 26-32, 2013.

MENDES, N. **Modelos para previsão da Transferência de Calor e de Umidade de Elementos Porosos de Edificações**. [Tese de Doutorado]. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Santa Catarina, 1997.

MOHAMED, G. *et. al.* **Cobertura Verde: Um Uso Sustentável na Construção Civil**. Ed. 04, 2016.

MOREIRA, K. A. W. **Tecnologia da Impermeabilização de Edificações**. Notas de Aula. Curitiba: Instituto IDD, 2015.

PERES, R. M. **Manifestações patológicas em edificações**. Editora da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

PEREZ, A. R. **Umidade nas edificações: recomendações para a prevenção da penetração de água pelas fachadas (1º parte)**. In: Tecnologia de edificações. Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Editora Pini, São Paulo, 1988.

POUSA, Sergio C. **Tipo e quantidade de mantas devem ser definidos pelo projetista**. Construção Mercado, São Paulo, n. 147, p. 104-105, out. 2013.

QUERUZ, F. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga**. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil] – Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, 2007.

RIGHI, G. V. **Estudo dos Sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções – Análise de Casos** [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009.

SABBATINI F. et al. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica da USP. **Impermeabilização – Sistemas e execução**. São Paulo, [2006]. 20p. Disponível em <<http://pcc2436.pcc.usp.br>> Acessado em: 06 de Setembro de 2015.

SATO, N. M. N. **Análise da Porosidade e de Propriedades de Transporte de Massa em Concretos**. Universidade de São Paulo - USP, 1998.

SAYEGH, S. **Cimentos e polímeros contra a umidade**. Técnica, São Paulo, n. 56, p. 42-44, nov. 2001.

SCANDAROLI, M. **Para evitar infiltração**, Equipe de Obra, nº 17, 2008.

SILVEIRA, M.A. **Impermeabilizações com cimentos poliméricos**. Técnica, São Paulo, n. 54, p. 108-110, set. 2001.

SOARES, F. F. **A Importância do Projeto de Impermeabilização em Obras de Construção Civil**. [Trabalho de Conclusão de Curso] Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2014.

SOUZA, M. F. **Patologias Ocasionadas pela Umidade nas Edificações** [Monografia] – Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 2008.

SOUZA, J. C. S.; MELHADO, S. B. **Diretrizes para uma Metodologia de Projeto de Impermeabilização de Pisos do Pavimento Tipo de Edifícios**. [Artigo] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, s/a.

SOMA, L. G. **Estudo do Processo de Impermeabilização de Edifícios Residenciais**. [Trabalho de Conclusão de Curso] Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2009.

STORTE, M. **Manifestações Patológicas na Impermeabilização de Estruturas de Concreto em Saneamento**. [Artigo]. INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA – IBDA, s/a. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=703>> Acesso em 18 de Agosto de 2015.

TAMAKI, L. **No popular**. Técnica, São Paulo, n. 163, p. 54-59, out. 2010.

UEMOTO, K. L. **Patologia: Danos causados por eflorescência. Tecnologia das Edificações**, São Paulo. Pini, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT. 1988.

VENTURINI, J. **Características da cobertura condicionam escolha de sistema de impermeabilização**. *Téchne*, São Paulo, n. 205, p. 20-23, abr. 2014.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991.172p.

VIEIRA, E. **Impermeabilização com argamassa aditivada**. *Téchne*, São Paulo, n. 99 jun. 2005.

ZUCH, R. A. **Manifestações Patológicas nas Estruturas em Concreto de Usinas Hidrelétricas: Levantamento de Ocorrências e Estratégias de Reparo Utilizadas**. [Trabalho de Conclusão de Curso] Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS, 2008

APÊNCIE A



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PÓS GRADUAÇÃO - GERENCIAMENTO E EXECUÇÃO DE OBRAS PESQUISA DE CAMPO

PREVENÇÕES E SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

CONSTRUTORA:	
OBRA:	
ENGENHEIRO RESPONSÁVEL:	
TIPO DA OBRA:	

QUESTIONÁRIO:

1. Existem projetos de impermeabilização da sua obra?

☐ Sim

☐ Não

2. Os projetos são terceirizados ou próprios?

☐ Terceirizados

☐ Próprios

3. Quais áreas/ambientes foram/serão impermeabilizadas em sua obra?

☐ Banheiro inteiro

☐ Somente área box

☐ Cozinha

☐ Lavanderia

☐ Piscina

☐ Área da cisterna

☐ Sacadas

☐ Lajes de garagens

☐ Lajes e áreas descobertas

☐ Sauna

☐ Poço de elevador

☐ Floreiras

☐ Caixa d'água

☐ Muro de arrimo

☐ Outros

4. Qual sistema para impermeabilizar as áreas citadas no item 3 será/foi utilizado em sua obra?

- | | |
|--|--|
| ☐ Cristalizantes | ☐ Resina Epóxi |
| ☐ Aditivos Impermeabilizantes | ☐ Argamassa polimérica |
| ☐ Resinas termoplásticas | ☐ Membrana ou Emulsões asfálticas |
| ☐ Membrana acrílica | ☐ Membrana de Poliuretano |
| ☐ Membrana de Poliureia | ☐ Manta asfáltica |
| ☐ Manta líquida | ☐ Manta de PVC |
| ☐ Manta PEAD | ☐ Manta EPDM |

5. A mão de obra de aplicação é própria ou terceirizada?

- ☐ Terceirizada ☐ Própria

6. A mão de obra é treinada?

- ☐ Sim ☐ Não

7. A obra apresentou alguma manifestação patológica causada pela umidade?

- ☐ Sim ☐ Não



- | | |
|---|---|
| ☐ Infiltração | ☐ Gotejamento e vazamentos |
| ☐ Bolor e mofo | ☐ Eflorescência |
| ☐ Deterioração do revestimento | ☐ Outros |

8. O que ocasionou os problemas apresentados no item 7?

9. Quais são os meios de prevenção utilizados na obra para que não ocorram manifestações patológicas antes da utilização dos processos de impermeabilização?

10. São feitos testes de estanqueidade para vistoria no final da aplicação do sistema de impermeabilização adotado?

☐ Sim

☐ Não

OBSERVAÇÕES:

Curitiba, ____ de _____ de 2016.