

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

BIANCA RORIZ PONTES

**PATOLOGIAS DE INFILTRAÇÕES EM UNIDADES
HABITACIONAIS: ESTUDO DE CASO EM RESIDÊNCIAS NO
MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS-GOIÁS**

ANÁPOLIS / GO

2018

BIANCA RORIZ PONTES

**PATOLOGIAS DE INFILTRAÇÕES EM UNIDADES
HABITACIONAIS: ESTUDO DE CASO EM RESIDÊNCIAS NO
MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS-GOIÁS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO FERNANDES

ANÁPOLIS / GO: 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

PONTES, BIANCA RORIZ.

Patologias de infiltrações em unidades habitacionais: estudo de caso em residências no município de Anápolis-Goiás 2018.

70P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2018).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Infiltração 2. Impermeabilização
3. Umidade 4. Patologia

I. ENC/UNI

II. Patologias de infiltrações em unidades habitacionais: estudo de caso em residências no município de Anápolis-Goiás

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PONTES, B.R. Patologias de infiltrações em unidades habitacionais: Estudo de caso em residências no município de Anápolis- Goiás. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 67p. 2018.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Bianca Roriz Pontes

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Patologias de infiltrações em unidades habitacionais: estudo de caso em residências no município de Anápolis-Goiás

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2018

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Bianca Roriz Pontes

E-mail: biancarorizpontes@gmail.com

BIANCA RORIZ PONTES

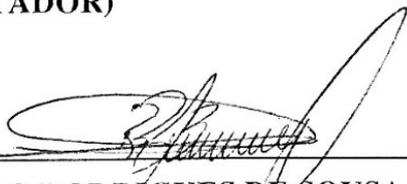
**PATOLOGIAS DE INFILTRAÇÕES EM UNIDADES
HABITACIONAIS: ESTUDO DE CASO EM RESIDÊNCIAS
NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS-GOIÁS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL**

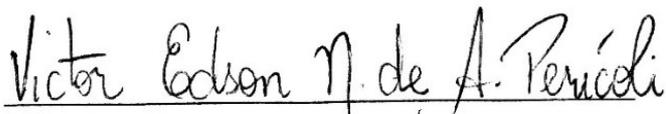
APROVADO POR:



**CARLOS EDUARDO FERNANDES, Especialista (UniEvangélica)
(ORIENTADOR)**



**RODOLFO RODRIGUES DE SOUSA BORGES, Especialista (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**VICTOR EDSON NETO DE ARAUJO PERICOLI, Mestre (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 11 de MAIO de 2018

BIANCA RORIZ PONTES

**PATOLOGIAS DE INFILTRAÇÕES EM UNIDADES
HABITACIONAIS: ESTUDO DE CASO EM RESIDÊNCIAS NO
MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS-GOIÁS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

APROVADO POR:

**CARLOS EDUARDO FERNANDES, Especialista (UniEvangélica)
(ORIENTADOR)**

**RODOLFO RODRIGUES DE SOUSA BORGES, Especialista (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**VICTOR EDSON NETO DE ARAUJO PERICOLI, Mestre (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 11 de MAIO de 2018

AGRADECIMENTOS

À Deus, amparo de minha vida, por permitir que eu chegasse a este ponto tão importante de minha jornada e, mesmo em face às dificuldades, nunca deixou que eu desistisse. Agradeço a minha família, especialmente meus pais, cujo esforço e suporte possibilitaram-me o desenvolvimento acadêmico. Oportunamente, agradeço a minha filha, Zoey, por conferir sentido, não só a minha vida, mas ao sonho que realizo agora. Além disso, ao Ageu por apoiar meu crescimento pessoal, intelectual e profissional.

Em tempo, mesmo que não possam desfrutar desse momento tão sublime junto a mim, agradeço a meus avós, José e Idelfrida, por que sempre me devotaram confiança e orgulho. Tenho certeza que, do céu, estão comemorando mais essa conquista e assim o farão eternamente.

Aos colegas de classe e a todos que de algum modo contribuíram para essa pesquisa, agradeço por, durante todo esse tempo, agregarem conhecimento e boas discussões.

De um modo especial, estendo meus mais sinceros votos de gratidão a cada professor, mestre e doutor que durante esse caminho encontrei. A eles, agradeço por sempre permanecerem ávidos na missão de ensinar pessoas. Desses nobres propagadores de conhecimento, digno-me a agradecer meu orientador, Carlos Eduardo Fernandes, por tamanha dedicação em colaborar para que essa pesquisa se concluísse com êxito.

De modo análogo, agradeço a Coordenadora do Curso de Engenharia Civil, Ana Lucia Carrijo Adorno e a secretária do Curso de Engenharia Civil, Rozenilda A. Teixeira, pelas inúmeras vezes em que me deram suporte e ainda, parabenizo-as pela competência com a qual desempenham um excelente trabalho no exercício de suas funções.

Por fim, expresso minha eterna gratidão ao Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica, cuja preocupação com a formação, não apenas acadêmica, mas do cidadão, além da estrutura impecável, possibilitaram a conclusão de mais essa etapa.

RESUMO

As patologias são problemas antigos e muito comuns nas construções. Este trabalho propõe o estudo das patologias provenientes de infiltrações, suas origens, soluções e métodos preventivos. Visa sanar o problema de maneira econômica e sustentável, com intuito de beneficiar principalmente pessoas de baixa renda, sem tantos recursos e que sofrem com esse transtorno. Destaca o estudo de caso para avaliação e comparação das patologias apresentadas, e as devidas soluções. O resultado desse estudo servirá de proposta de pesquisa para análise em outras esferas da ciência para desenvolver novos compósitos e formas de tratamento que visem garantir a integridade e a saúde dos moradores.

PALAVRAS-CHAVE: Infiltrações. Impermeabilização. Umidade. Patologia.

ABSTRACT

Pathologies are old problems and very common in buildings. This work proposes the study of pathologies arising from infiltrations, their origins, solutions and preventive methods. It aims to remedy the problem in an economical and sustainable way, in order to benefit mainly people of low income, without so many resources and who suffer with this disorder. It highlights the case study for evaluation and comparison of the pathologies presented, and the necessary solutions. The result of this study will serve as a research proposal for analysis in other spheres of science to develop new composites and forms of treatment aimed at ensuring the health and health of the residents.

KEYWORDS: Infiltration. Waterproofing. Humidity. Pathology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estatísticas de incidência das patologias no Brasil.....	24
Figura 2 -Membrana asfáltica moldadas a quente sendo aplicada	385
Figura 3 - Membrana asfáltica moldadas a frio sendo aplicada	396
Figura 4 -Membrana de Poliuretano sendo aplicada	42
Figura 5 Membrana de Poliuretano com asfalto sendo aplicada.....	40
Figura 6 - Manta asfáltica aluminizada sendo aplicada Erro! Indicador não definido	43
Figura 7 - Emulsão asfáltica para impermeabilização sendo aplicada	47
Figura 8 - Aditivo hidrofugante aplicado em fundação.....	49
Figura 9 - Cisterna impermeabilizada com argamassa polimérica.....	50
Figura 10 - Aplicação de cristalizante	54
Figura 11 - Figura 10- argamassa poliméricas sendo aplicada.....	55
Figura 12- Teto do quarto com infiltração.....	57
Figura 13 - Tratamento paliativo contra infiltração por capilaridade.....	58
Figura 14 - Parede com novo tratamento paliativo.	58
Figura 15- Parede externa revestida por impermeabilizante flexível.....	59
Figura 16 - Parede antes de ser tratada com impermeabilizante	59
Figura 17 - Parede após tratamento com impermeabilizante	60
Figura 18 - Teto com presença de mofo	58
Figura 19 - Teto após remoção do mofo.....	59
Figura 20 - Teto restaurado	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Vazamentos pisos e paredes	28
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espessura de cobrimento das armaduras – classificação quanto agressividade do ambiente	21
Tabela 2 - Requisitos de desempenho da membrana de poliuretano sem estruturante/armadura segundo a norma ABNT NBR 15487	40
Tabela 3 - Expectativa de vida útil estimada das membranas poliméricas	41
Tabela 4 - Requisitos de desempenho da membrana de poliuretano modificado com asfalto sem estruturante	43
Tabela 5 - Características técnicas das mantas de impermeabilização.....	45
Tabela 6 - Características técnicas para atender a Norma	46
Tabela 7 - Orçamento	62

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRA- Associação Brasileira de Asmáticos

IBI- Instituto Brasileiro de Impermeabilização

INMETRO- Instituto Nacional de Metrologia

Kg- Quilograma

NBR- Norma Brasileira

M- Metro

M²- Metro Quadrado

PIB- Produto Interno Bruto

OMS- Organização Mundial da Saúde

Sinduscon SP- Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de São Paulo

SUS- Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 JUSTIFICATIVA	15
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivos Gerais.....	14
1.2.3 Objetivos Específicos.....	14
1.3 METODOLOGIA.....	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2 ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	19
2.1 FASE DE PLANEJAMENTO E PROJETO	19
2.2 FASE DE ESCOLHA E ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS	19
2.3 FASE DE EXECUÇÃO	19
2.4 FASE DE USO E MANUTENÇÃO	20
2.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÕES DEVIDO A FALHA NA IMPERMEABILIZAÇÃO OU SUA AUSÊNCIA.	20
2.6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ORIUNDAS DO PROCESSO CONSTRUTIVO, QUE PODEM CAUSAR O ROMPIMENTO OU DANOS À IMPERMEABILIZAÇÃO.....	23
2.7 CAUSAS DAS INFILTRAÇÕES	25
2.7.1 Patologias no Brasil	27
2.7.1.1 Umidade nas habitações	28
2.7.1.2 Trásidas durante a construção	29
2.7.1.3 Falta de impermeabilização	29
2.7.1.4 Infiltrações trazidas por capilaridade.....	29
2.7.1.5 RESULTANTES DE VAZAMENTOS EM REDES HIDRÁULICAS	30
2.7.1.5.1 Vazamentos em pisos e paredes.....	27
2.7.1.6 Condensação	32
2.7.1.7 INFILTRAÇÕES POR INTEMPERES	33
3 PREVENÇÕES	34
3.1 CAPILARIDADE OU INFILTRAÇÕES E INTEMPÉRIES	34
3.1.1 Barreiras Elétricas.....	31
3.1.2 Drenos Knapen ou Tubos de Arejamento.....	31
3.1.3 Barreiras Físicas.....	31
3.1.4 Barreiras químicas.....	31

3.1.5 Telhados, calhas e impermeabilização.....	31
3.2 SOLUÇÕES	36
3.2.1 Sistemas flexíveis	36
3.2.1.1 NBR 13724:2008 – Membranas asfálticas moldadas a quente ou a frio.....	33
3.2.1.2 NBR 15487:2007- Membranas de poliuretano.....	35
3.2.1.3 NBR 15414:2015 – Poliuretano com asfalto.....	38
3.2.1.4 NBR 9952:2014- Manta asfáltica.....	39
3.2.1.4.1 <i>Parâmetros de ensaio</i>	40
3.2.1.5 NBR 9685:2005– Emulsão asfáltica para impermeabilização.....	42
3.2.2 Sistemas rígidos	47
3.2.2.1 Aditivos hidrófugos.....	44
3.2.2.2 Argamassa polimérica	45
3.2.2.3. Cristalizantes.....	46
3.2.2.3.1 <i>Aditivo químico a base de silicato para confecção de concretos e argamassas</i>	46
3.2.2.3.2 <i>Aceleradores impermeabilizantes de pega rápida</i>	48
3.2.2.3.2.1 <i>Aditivos impermeabilizantes de pega rápida</i>	48
3.2.2.3.2.2 <i>Mistura cimentícias aditivadas</i>	49
3.2.2.4 Cimentos Impermeabilizantes.....	50
3.3.3 Sistemas semiflexíveis.....	54
3.4 Norma de desempenho	55
4 ESTUDO DE CASO	57
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

O termo Patologia tem origem grega, páthos (doença) e lógos (estudo), e é amplamente utilizado em diversas áreas como as Ciências Biológicas, onde o estudo é mais direcionado as alterações estruturais e funcionais das células, dos tecidos e órgãos; visando solucionar ou amenizar doenças e prevenir sua propagação (SILVA, 2011).

No segmento da medicina a patologia engloba tanto estudo científico quanto as situações práticas reais, buscando descobrir através dos sintomas de uma doença, sua(s) causa(s). Esse tipo de estudo é denominado profilaxia (do grego, prophylaxis = precaução), e busca novos meios de evitar uma doença ou sua propagação na humanidade (DICIONÁRIO ETIMOLÓGICO, 2008-2018).

Foi exatamente assim que a engenharia criou um vínculo aos termos utilizados na medicina. Os engenheiros civis fizeram algumas comparações do corpo humano com as estruturas de uma edificação e concluíram que essa correlação tinha total sentido. Enquanto médicos estudam doenças nos seres humanos, engenheiros estudam os danos ocorridos em edificações (SILVA, 2011).

Devido má execução dos projetos, a falta de preparo dos profissionais e a não preocupação com os fatores naturais, ocorrem diversos erros em algumas edificações. Um erro que tem sido bastante recorrente hoje em dia são as infiltrações, podendo prejudicar de diversas formas: as pessoas que habitam o local e/ou a estrutura física do próprio ambiente (RODRIGUES et al, 2016).

Infiltração é ação de passagem de um fluido da superfície que se insinua ou penetra interstícios de corpos sólidos, componente do ciclo hidrológico. Na engenharia é movimento de água no solo causado pela gravidade (FÓRUM DA COSTRUÇÃO CIVIL, 2017).

As infiltrações são muito comuns e fáceis de serem encontradas em várias edificações e os problemas referentes a umidade geram grande desconforto e rápida degradação das construções. Existem fatores que podem gerar aumento da intensidade e do número de patologias e problemas frequentes causados por umidade (FÓRUM DA COSTRUÇÃO CIVIL, 2017).

No início a infiltração pode parecer algo simplório, que não irá interferir na edificação, mas se torna ainda mais grave quando não tratado. Em 1980 surgiram os primeiros relatos de estudos sobre o assunto no Brasil estudando as ocorrências de patologias em 36

conjuntos habitacionais, totalizando quase 600 habitações que em sua maioria teve a umidade como principal causadora de incidência de patologias IOSHIMOTO (1988).

A existência de infiltração no imóvel representa grandes riscos à saúde, prejuízos financeiros tanto para consertar os danos, quanto a desvalorização do imóvel, afirma Carvalho Jr. (2014).

Em alguns casos, muito comuns em condomínios, caberá processos por danos morais e materiais. Materiais por danos ao patrimônio e morais baseado no artigo 5º da Constituição Brasileira, no capítulo dos Direitos e Deveres Individuais e Coletivos, onde o indivíduo não pode ser violado no seu direito a vida, liberdade, igualdade, segurança e propriedade. A privação desses direitos causa sofrimento, abalo moral e constrangimento (LAURO, 2011).

Segundo o jurista Pontes de Miranda (1999), citado por Lauro (2011), os danos morais a esfera ética da pessoa que é ofendida; o dano não patrimonial é o que só atingindo o devedor como o ser humano, não lhe atinge o patrimônio

Sabendo-se dos danos que podem ser causados tanto nas estruturas da obra quanto nas pessoas que estão sempre presentes no local, é de suma importância discutir e aprofundar no assunto da patologia de infiltrações, descobrindo as causas que levaram a ocorrer os problemas, sugerindo e aplicando soluções eficientes (SOUZA, 2008).

Diversos fatores podem levar a passagem indesejada de fluidos nas edificações que, em muitos casos, o sistema rígido de impermeabilização é escolhido devido seu custeio ser menor que o sistema flexível. Em contrapartida, não é analisado qual sistema atende às necessidades específicas da obra. O que desrespeito a instalações elétricas e hidráulicas, há uma necessidade maior de atenção, especialmente quanto a durabilidade, uma vez que a vida útil destas é sabidamente menor que a vida útil das estruturas (WONG, 2002).

Após descobrir a fonte do problema é necessário analisar e escolher a melhor e mais viável solução para cada caso específico. É importante lembrar que os problemas que levam a infiltração não são somente ligados à impermeabilização. Cada experiência vivida deve servir de aprendizado para que possam ser evitados futuros problemas da mesma espécie (SOUZA, 2008).

O estudo da patologia de infiltrações serve tanto para solucionar erros já existentes, como para prevenir futuros danos que podem ser causados. Para que essa prevenção seja feita de forma coerente, basta seguir a risca as exigências da construção (SOUZA, 2008).

1.1 JUSTIFICATIVA

O tema foi escolhido porque quando se tem esse problema as pessoas associam a falta de impermeabilização, mas existem outros fatores associados que valem a pena serem investigados.

O não tratamento dessas patologias podem acarretar situações de doenças no imóvel, gerando desde pequenos transtornos como: mofos e deterioração de rebocos, como também colocar em risco a habitação podendo acarretar na ruína de muros e/ou paredes da mesma. O desenvolvimento de estudos nessa área, que encontre soluções viáveis e econômicas para as infiltrações, garante que a engenharia civil exerça seu papel social (PELACINI, 2010).

As falhas nas edificações são antigas e infelizmente comuns de acontecerem, os erros podem estar ligados a falhas de projeto ou a falta dele, escolhas erradas de materiais, falha na execução entre outros que apresentaremos ao decorrer dessa pesquisa, (CARVALHO JR, 2014).

Segundo Carvalho Jr, 5% dos custos da empresa são em reparos feitos em obras já entregues a clientes e de acordo com Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de São Paulo (Sindoscon SP) 75% das patologias em construções são em instalações prediais hidráulicas sanitárias. Fatores como esses geram custos adicionais, processos jurídicos, perda de credibilidade na empresa, entre outros transtornos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Determinar as causas de patologias de infiltração em unidades habitacionais, além de classificá-las, na tentativa de remediar futuros problemas em outras edificações, ou seja, resolver o problema da obra em estudo e evitar possíveis erros em obras futuras. Definir parâmetros para desenvolver uma estratégia que seja economicamente viável.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Analisar patologias de infiltração encontradas em obras habitacionais;
- Elencar suas causas mais recorrentes e os fatores desencadeantes;

- Classificar de acordo com a eficácia as providências a serem tomadas para sanar os transtornos causados por essas infiltrações;
- Levantar dados que norteiem o trabalho para o desenvolvimento de uma solução.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho será baseada em observação in loco, dossiê fotográfico com caracterização das patologias e grau de incidência. Além disso, também será realizado um levantamento bibliográfico (teses, dissertações, normas vigentes, artigos e sites), reunindo pesquisas recentes sobre, por se tratar de tecnologias pouco conhecidas e soluções inovadoras ainda não referenciadas em sua totalidade nas normas.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em 5 capítulos. No capítulo 1, apresenta-se uma breve introdução sobre a definição de patologia e seu contexto histórico, apresentando o tema em discussão, bem como a questão norteadora.

Em seguida temos a justificativa, destacando o papel dessa produção não só para a engenharia civil como também para a sociedade em geral.

Os objetivos estão divididos em objetivo geral e objetivos específicos, tendo como ponto consonante o desenvolvimento de uma pesquisa que enriqueça o estudo das patologias de infiltração como um todo.

O capítulo 2, traz as origens das manifestações patológicas e suas causas, especificando cada uma delas e restringindo aos casos ocorridos em habitações.

No capítulo 3, destaca-se as prevenções e as soluções para esse tipo de patologia, bem como um estudo mais aprofundado dos tipos de sistemas utilizados nesses tratamentos, suas normas e da atenção a Norma de Desempenho, NBR 15575:2013.

No capítulo 4, mostra-se os estudos de caso, dossiê fotográfico e breve análise de como são afetados os moradores.

No capítulo 5, finaliza-se com as considerações, o que foi notado em cada caso, o aproveitamento de maneira geral do trabalho, análise de como a saúde dos moradores e de pessoas que convivem com esse problema é afetada.

A Revisão bibliográfica se compõe da análise das produções que serviram como subsídio para a elaboração e concretização de ideias e argumentos.

O cronograma foi planejado através da divisão de tarefas realizadas para que o tempo fosse favorável à pesquisa e entrega dos resultados.

Os resultados obtidos trazem um detalhamento do que foi alcançado ao longo dessa pesquisa como fora proposto nos objetivos.

2 ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Helene (1997) e Isaia (2010) têm pensamentos relacionados no que diz respeito as patologias que se manifestam tanto nas etapas de execução de uma obra, como no período pós entrega e uso da edificação. Sendo assim, o processo construtivo envolve etapas de planejamento, projeto, escolha e especificação de materiais, execução e uso.

2.1 FASE DE PLANEJAMENTO E PROJETO

Segundo Helene (1997), nessas etapas de planejamento e projeto ocorrem a maior porcentagem de falhas no processo construtivo e são em geral mais agravantes que as falhas de qualidade dos materiais ou má execução da obra.

As patologias apresentam-se normalmente em função de vícios construtivos ou de outras falhas após a conclusão da edificação. Dentre as falhas verificadas durante a etapa de execução de projetos, enfatizamos a ausência de comunicação entre os projetistas e a inexistência de coordenação ou compatibilização (GNIPPER, 2007).

2.2 FASE DE ESCOLHA E ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS

Há uma farta quantidade de materiais disponíveis e com frequência são lançados novos produtos no mercado. Entretanto, tem que tomar precauções pois nem todos esses materiais possuem boa qualidade. Essa relatividade em questão de qualidade dos materiais, fez com que o Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), criasse um certificado para atestá-los (HELENE, 1997).

Deve-se averiguar, antes do início da obra, os requisitos de qualidade que constam na norma acerca dos materiais; e estes, devem ser atestados durante o processo de construção (ISAIA, 2010).

2.3 FASE DE EXECUÇÃO

A escolha equivocada de métodos construtivos pode ser o foco principal para o surgimento de patologias nas edificações. No caso das fundações, a má execução pode gerar fissuras nas obras (ISAIA, 2010).

Outro exemplo que pode ser citado é a reutilização de formas e escoramentos, que podem contribuir diretamente no aparecimento de patologias, dependendo do seu nível de desgaste. Em explicação Isaia (2010), diz que as falhas estruturais, em sua maioria, se relacionam com a baixa qualificação da mão-de-obra. Esse problema se estende também aos subempreiteiros que, na busca por novos negócios, usam mão-de-obra mal qualificada e acabam obtendo resultados comprometedores.

2.4 FASE DE USO E MANUTENÇÃO

O usuário da edificação deve tentar manter os cuidados necessários em dia, para que não sofra uma diminuição no tempo de vida útil da edificação. Entretanto, em inúmeros casos, as vistorias que devem ser realizadas por parte dos donos dos imóveis ou síndicos, nem sempre estão dentro da época correta (ISAIA, 2010).

Outro grave fator, o qual pode acarretar diversas consequências, é o proprietário realizar modificações no projeto em autoria própria, ou seja, sem consultar um profissional, o que gera graves consequências para estabilidade da obra. De modo geral, os responsáveis pela mudança não conhecem os riscos do seu ato, e nem ao menos fazem qualquer consulta técnica a respeito. Assim nos mostra (ISAIA, 2010).

2.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÕES DEVIDO A FALHA NA IMPERMEABILIZAÇÃO OU SUA AUSÊNCIA.

Por eflorescência, corrosão das armaduras e carbonização do concreto UEMOTO (1985), traz uma vasta informação no que diz respeito a formação de cada uma delas e soluções para as mesmas, seguem as seguintes definições:

Eflorescência significa formação de depósitos salinos na superfície das alvenarias, resultante da exposição a umidade ou intempéries, UEMOTO (1985). É constituída principalmente de sódio e potássio (sais de metais alcalinos), e alcalinos-ferrosos (cálcio e magnésio), solúveis ou parcialmente solúveis em água. Estes sais são dissolvidos e vão para superfície, a evaporação da água forma depósitos salinos.

Por alterar a aparência de onde se aloca, ela é considerada um dano. Em alguns casos os seus sais causam degradação profunda.

Há uma modificação de aspecto visual intensa, um contraste o substrato e os sais sobre as quais se deposita. A formação branca de carbonato de cálcio sobre o concreto.

O teor de sais solúveis, a pressão hidrostática para proporcionar a migração para superfície e a presença de água, são contribuintes para sua formação (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2017).

Algumas medidas podem ser adotadas para sanar este problema, tais como: utilizar uma escova de aço e água abundante para limpar o local, uma vez que a eflorescência é solúvel a água. Produtos químicos, em determinados casos também podem ser utilizados, desde que os mesmos não interfiram na vida útil.

A corrosão das armaduras dá-se quando as barras de aço não estão bem cobertas pelo concreto, ficam sujeitas às agressões do meio ambiente, o que acarreta corrosão, por isso é importante garantir a proteção adequada das armaduras (NAKAMURA, 2011).

Além de sua capacidade de suporte de cargas verticais, o concreto também protege as armaduras evitando seu contato direto com agentes agressivos, água e poluição.

"Quando o cobrimento é muito fino em relação à agressividade de um ambiente, defeitos na estrutura ocorrem em poucos anos, levando ao deslocamento do concreto, à fissuração intensa e, finalmente, ao desaparecimento das armaduras, à ruptura, deformação e até queda da estrutura", alerta o engenheiro diretor técnico da Ventuscore e especialista em estruturas de concreto, Egydio Hervé Neto (Artigo por NAKAMURA, 2011).

A ABNT recomenda o cobrimento das armaduras e a espessura de camada de concreto sobre o aço de pilares, vigas e lajes a variar de acordo com o ambiente em que a obra é executada. Visando estabelecer parâmetros, a NBR 6118/2013, estabelece o cobrimento conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Espessura de cobrimento das armaduras – classificação quanto agressividade do ambiente

Nível	Agressividade	Zona	Laje de concreto armado	Pilar e viga de concreto armado	Concreto protendido
1	Fraca	Rural	20mm	25mm	30mm
		Submersa			
2	Moderada	Urbana	25mm	30mm	35mm
3	Forte	Marinha	35mm	40mm	45mm
		Industrial			

4	Muito forte	Industrial	45mm	50mm	55mm
----------	-------------	------------	------	------	------

Fonte: NBR 6118, 2013.

Estruturas fracas são as expostas a uma atmosfera mais limpa, normalmente em ambientes rurais, não sofrem com agressões químicas provenientes de poluição urbana, tampouco chuva ácida e o risco de deterioração da estrutura é mínimo. Nesse caso é possível utilizar uma camada mais fina de concreto sobre as armaduras (NAKAMURA, 2011).

Nas estruturas moderadas se enquadram aquelas construídas nas cidades, são residenciais e comerciais e estão mais expostas a ações do ambiente, como cloretos presentes no ar e gás carbônico. Mas no que diz respeito a umidade não há tanta, e o risco de deterioração da estrutura se torna pequeno (NAKAMURA, 2011).

Na categoria forte classificam-se aquelas expostas ao mar, ou seja, construções litorâneas e algumas indústrias. Nesse caso o teor de umidade é maior, esse ambiente possui agentes e atmosfera mais agressivos concentrados. Sua velocidade de corrosão em ambientes como esses pode ser na ordem de 30 a 40 vezes maior que na atmosfera rural (NAKAMURA, 2011).

Estruturas com contato direto com mar, geralmente plataformas de petróleo, em locais úmidos ou dentro de indústrias. Onde o ambiente é muito agressivo ao concreto e suas armaduras. Por tanto exige uma proteção maior (NAKAMURA, 2011).

Cascudo (1997), afirma que em uma estrutura de concreto, não há corrosão na armadura se o concreto que a protege não sofrer contaminações e deterioração. E reforça: “Por isso é verdadeiro afirmar que quanto mais inalterado se mantiver o concreto, maior será a proteção da armadura”.

A carbonatação do concreto é a reação da água em compostos hidratados com cimento (CASCUDO, 1997).

Normalmente adiciona-se um excedente de água de amassamento, na confecção de concreto, essa água é necessária para sua mistura e trabalhabilidade para a obtenção de um concreto compacto e denso, mas poroso (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2017).

O PH entre 12 e 14 do concreto, ou seja, sua elevada alcalinidade, é proveniente principalmente ao hidróxido de cálcio resultante da reação do cimento. Esse hidróxido de cálcio combinado com os hidróxidos ferrosos do aço formam uma capa, denominada passivadora, feita de óxidos compactos e contínuos, mantendo a armadura protegida, mesmo com concretos com umidade elevada (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2017).

Em concretos porosos ou com baixo cobrimento das armaduras há uma redução da alcalinidade do concreto para valores de PH inferiores a 10, tendo A consequência da carbonatação do concreto é a destruição da capa passivadora da armadura, assim surge o processo de corrosão, quando em presença de eletrólito, a diferença de potencial da armadura é o oxigênio (STORTE, 2017).

2.6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ORIUNDAS DO PROCESSO CONSTRUTIVO, QUE PODEM CAUSAR O ROMPIMENTO OU DANOS À IMPERMEABILIZAÇÃO.

Por trincas e fissuras em estruturas de concreto, segundo FRANCO et al. (1994) considera-se prejudiciais as fissuras que não são relacionadas com a estabilidade da alvenaria ou a um estado limite de fissuração, mas sim as que permitem a penetração de água através das juntas ou ainda, as fissuras que, pelas suas características, trazem prejuízos aos requisitos advindos das exigências dos usuários de ordem psicossocial (estética, temor pela segurança, etc.).

As trincas são um dos inúmeros problemas patológicos e merecem uma atenção particular, pois podem indicar um eventual problema estrutural ou estado de risco, constrangimento psicológico dos usuários dos serviços de água e esgoto, ainda comprometimento da estanqueidade da edificação (SOUZA, 2008).

Morares (1988), define trinca como um fenômeno, patológico às construções, a ruptura entre as partes de um mesmo elemento ou entre dois elementos acoplados, causando danos de ordem estética ou estrutural a uma edificação, é sua principal característica.

Os principais tipos de trincas encontrados na patologia são: Por tensões devida variação térmica, deformação excessiva do concreto armado, recalques diferenciais, retração hidráulica, ninhos e falhas de concretagem, recobrimento das armaduras e chumbamento de peças (SOUZA, 2008).

Por tensões devida variação térmica, os elementos de uma estrutura de concreto, estão sujeitas a variações térmicas diárias e sazonais, notadamente as tampas dos reservatórios, provocando sua variação dimensional. Este movimento contração de e dilatação sofrem restrição pelos diversos vínculos que envolvem os materiais, isto gera tensões que podem provocar trincas ou fissuras. As movimentações diferenciadas causam efeito as lesões verificadas em obras, assumindo diversas situações e intensidade, tais como: destacamento das argamassas de seus substrato, fissuras ou trincas inclinadas em paredes com vínculo em pilares e vigas, expostos ou não à insolação, destacamentos entre alvenarias e estruturas,

fissuras ou trincas regularmente espaçadas em alvenarias ou concreto, com grandes vãos sem juntas, fissuras ou trincas horizontais em alvenarias apoiadas em lajes submetidas a forte insolação (STORTE, 2017).

Deformação excessiva do concreto armado, a ação de cargas permanentes ou acidentais causam deformação as estruturas de concreto armado. O cálculo estrutural admite flechas que não comprometem a estabilidade ou o efeito estético, mas tensões podem ser geradas, e comprometem as alvenarias e outros componentes apoiados ou vinculados à estrutura, acarretando a formação de fissuras ou trincas (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2017).

Recalques diferenciais, as deformações do solo sob o efeito de cargas externas podem ser diferentes ao longo das fundações de uma estrutura de concreto, pode vir a gerar recalques diferenciais e estes geram tensões variáveis que podem induzir a ocorrência de trincas e fissuras (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2017).

Retração hidráulica, a argamassa ou concreto retrai quando seca e sofre expansão quando absorve água. Devido a presença de água há esta variação de volume, que é inerente ao concreto e argamassas (STORTE, 2017).

A mistura de água ao cimento gera produção de uma série de reações cujos produtos compõem-se de materiais cristalinos e uma grande quantidade de tobermorita. A variação do traço do argamassas e concreto apresenta maior ou menor retração (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2017).

A quantidade de água se relaciona diretamente com a retração. As medidas preventivas para reduzir a retração hidráulica são: menor relação água/cimento, maior teor de agregados, espessura do cimento, hidratação (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2017).

Ninhos e falhas de concretagem, A impermeabilização não deve ser aplicada num substrato de resistência baixa ou desagregado. Existem sistemas de impermeabilização, como os cimentos impermeabilizantes por cristalização, que só apresentarão eficiência sobre substratos de concreto compactos (STORTE, 2017).

Os ninhos e falhas de concretagem são pontos preferenciais de ocorrência de patologia de corrosão das armaduras, onde as consequências como fissuração do concreto e expansão das armaduras, podem causar danos a impermeabilização.

Os ninhos e falhas de concretagem devem ser minuciosamente reparados, de forma a datar estas regiões, com propriedades, pelo menos iguais ao do concreto original. Os materiais desagregados devem ser todos eliminados até atingir o substrato compacto, efetuando-se o reparo com argamassas de alta resistência, não retrateis aditivadas com

polímeros que incorporam a aderência, aplicadas após o substrato ser hidratado (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2017).

Recobrimento das armaduras, A falta de recobrimento adequado com os valores mínimos recomendados pela NBR 6118:2014 das armaduras do concreto armado, podem desencadear processos de corrosão das mesmas, tendo como consequência a expulsão da capa de cobertura das armaduras, interferindo assim na aderência, rasgamento ou puncionamento do sistema impermeabilizante.

A prevenção das manifestações patológicas é feita logo após a constatação de deficiência do cobrimento das armaduras, a aplicação de revestimentos especiais que compensem a ausência do recobrimento recomendado por norma pode prevenir as manifestações patológicas (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2017).

A aplicação de cimentos ou argamassas poliméricas são uma das soluções que podem ser adotadas. Compostas de cimento, quartzo de granulometria definida e polímeros (acrílicos, SBR, SBS, etc.), cujo ataque às armaduras é evitado devida propriedade de permeabilidade baixa a agentes agressivos (STORTE, 2017).

Chumbamento de peças, as peças emergentes, ralos e tubulações devem ser rigidamente fixados ao substrato, de maneira a que seu possível deslocamento não interfira prejudicando a impermeabilização aplicada e arrematada nestes pontos.

A presença de materiais estranhos deve ser evitada, materiais que possam interferir na fixação destas peças, como madeira e outros. Há recomendação para a correta fixação a utilização de argamassas do tipo grout e ponte de aderência com adesivo epóxi (STORTE, 2017).

2.7 CAUSAS DAS INFILTRAÇÕES

A patologia é a “Ciência” que investiga, por métodos, os defeitos dos materiais, dos componentes, dos elementos ou da edificação de maneira geral, diagnosticando suas causas e estabelecendo seus mecanismos de evolução, formas de manifestação, medidas de prevenção e recuperação (HELENE, 1988).

Helene (1988), descreve que os problemas patológicos, exceto algumas exceções, demonstram manifestações externas características, a partir do qual podemos deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, como também podemos estimar suas prováveis consequências. Essas manifestações patológicas, denominadas também de sintomas, lesões, ou defeitos, podem ser classificados e descritos, norteando para um

primeiro diagnóstico, a partir de minuciosas e experientes observações visuais. Na maioria das vezes a impermeabilização é dada como ineficaz e até responsável pelo aparecimento de muitas patologias construtivas, a partir de uma análise mais minuciosa, tem-se a conclusão que a impermeabilização perdeu a eficácia ou que a patologia foi originada por falhas de projeto, má execução ou por falta de manutenção que causaram a degeneração da impermeabilização e, por consequência, da edificação.

Temos que levar em consideração as várias técnicas para a execução dos diversos elementos constituintes de uma edificação, cada um com sua função, propriedades e características distintas, no caso de não ser levado em conta, muitas vezes problemas patológicos construtivos podem ser ocasionados, que refletem no desempenho da impermeabilização, especialmente se a mesma não foi a mais certa para o caso ou se não foi perfeitamente dimensionada, poderá falhar por não resistir aos esforços impostos. Assim, por erro de interpretação, a impermeabilização seria apontada como culpada, sendo que no caso ela foi causada por falhas construtivas. Cabe evidenciar que, para fins judiciais, a identificação da origem do problema permite também identificar, quem cometeu a falha. Assim, se o problema teve início na fase de projeto, origem e qualidade do material, etapa de execução, se na etapa de uso, na falha da operação e manutenção. O responsável era respectivamente identificado e deverá tomar as providências cabíveis para sanar o problema (SOUZA, 2008).

As patologias podem vir de diversas origens, tais como: exógena, Grandiski (2001) acrescenta, que essas são causas com origem fora da construção e provocadas por fatores produzidos por terceiros, ou pela natureza, como: vibrações provocadas por estaqueamento, percussão de máquinas industriais, ou tráfego externo escavações de vizinhos, rebaixamento de lençol freático, influência do bulbo de pressão de fundações diretas de obra de grande porte em construção ao lado, trombadas de veículos e alta velocidade com a edificação, explosões, incêndios, acidentes de origem externa, variações térmicas, acomodações de camadas profundas, terremotos, maremotos etc.

Endógena, as que se originam em fatores inerentes à própria edificação e que podem ser subdivididos em: falhas de projeto, onde os projetistas deveriam: induzir a utilização de uma única referência de nível na obra, desde as sondagens, plantas de arquitetura, estruturais, de instalações etc. Predizer travamento positivo no pé das cortinas, não projetar pilares em cantos, não induzir transições de pilares utilizando as divisas, prever travamento de blocos de fundação etc (GRANDISKI, 2001).

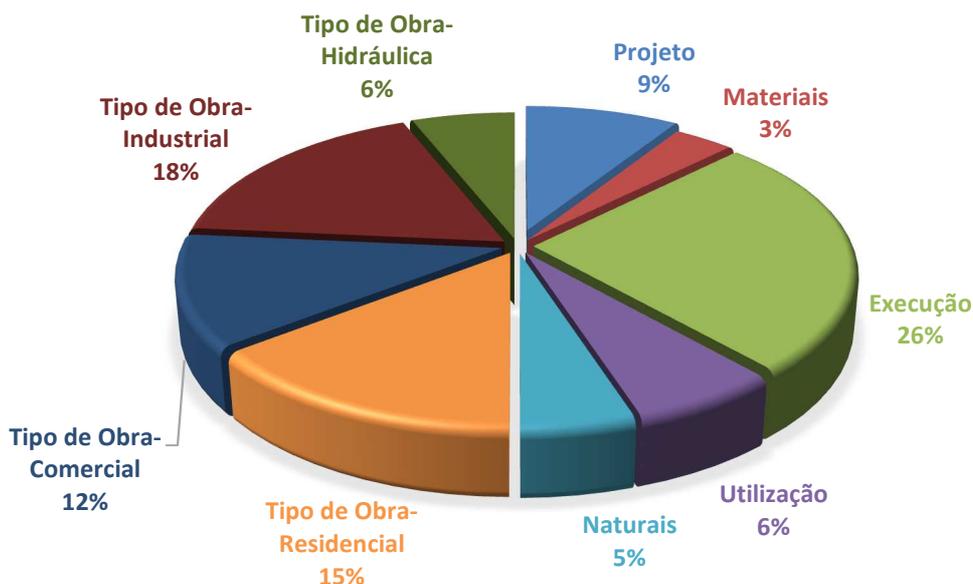
As falhas de desobediência às normas técnicas, ausência ou precariedade de controle tecnológico, utilização de mão de obra não qualificada, ou seja, falhas de gerenciamento e execução, falhas relacionadas a sobrecargas não previstas no projeto, mudança de uso que são falhas de utilização, deterioração natural de partes da edificação pelo esgotamento da sua vida útil (GRANDISKI, 2001).

Naturais, causas que podem ser falhas previsíveis ou imprevisíveis, da natureza, evitáveis ou não, conforme o caso, e entre as quais se destacam: movimentos oscilatórios causados por movimentos sísmicos, ação de ventos e chuvas anormais, inundações provocadas por chuvas anormais, neve, acomodações das camadas adjacentes do solo, alteração do nível do lençol freático por estiagem prolongada ou pela progressiva impermeabilização das áreas adjacentes, variações da temperatura ambiente (calor, variações bruscas), ventos muito fortes, acima dos previstos em norma técnica (GRANDISKI, 2001).

2.7.1 Patologias no Brasil

A Figura 1 apresenta a porcentagem de incidência das patologias no Brasil, foram analisados 527 casos, onde foram divididos por suas proveniências. As infiltrações podem ser causadas em todos os casos apresentados.

Figura 1- Estatísticas de incidência das patologias no Brasil



Fonte: Maia Lima & Pacha, CARMONA FILHO & MAREGA e BUENO, apud ARANHA & DAL MOLIN (1994) - Origem das manifestações patológicas em diversos países.

As falhas de execução das estruturas podem ser de todo tipo, podendo estar vinculadas à confecção, instalação e remoção das fôrmas e cimbramentos; corte, dobra e montagem das armaduras e dosagem, mistura, transporte, lançamento, adensamento e cura do concreto, todas elas relacionadas, principalmente, ao emprego de mão-de-obra desqualificada ou falta de supervisão técnica. Aranha & Dal Molin (1994:24).

2.7.1.1 Umidade nas habitações

A umidade pode se manifestar em diversos elementos das edificações, como: paredes, pisos, fachadas, elementos de concreto armado, entre outros. Na maioria das vezes eles não estão relacionados a uma única causa. Os defeitos mais comuns na construção civil, são aqueles resultantes da penetração de água ou devido à formação de manchas de umidade (SOUZA, 2008).

De acordo com Souza (2008) a construção civil a formação de manchas de umidade ou penetração indevida de água na obra, são as falhas mais comuns que podem ocorrer. Essas falhas geram graves problemas (geralmente com soluções complicadas), como:

- Prejuízos de caráter funcional da edificação;
- Prejuízos financeiros;
- Danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações;
- Em casos de edificações já habitadas, a saúde dos moradores fica comprometida.

As falhas de umidade são encontradas em vários elementos das edificações, tais como: paredes, pisos, fachadas, entre outros. De forma geral, elas não estão ligadas somente a uma única causa (SOUZA, 2008).

De acordo com VERÇOZA (1991), a umidade pode ser uma causa direta de patologias, mas também pode ser um fator adicional que se faz necessário para que ocorra outros tipos de patologias nas construções

Ainda segundo Verçosa (1991), as umidades nas construções são as seguintes:

- Trazidas durante a construção;
- Falta de impermeabilização;
- Trazidas por capilaridade;
- Resultantes de vazamentos em redes hidráulicas;
- Condensação;
- Infiltrações por intemperes.

2.7.1.2 Trazidas durante a construção

Segundo VERÇOZA (1991) e KLEIN (1999) a umidade proveniente de execução da construção é aquela necessária para a obra, mas que desaparece dentro de cerca de seis meses.

São aquelas necessárias e que beneficiam os materiais, como as águas utilizadas para concretos e argamassas, pinturas, entre outros (SOUZA, 2008).

2.7.1.3 Falta de impermeabilização

A impermeabilização em uma obra custa em média de 1% a 3% do custo geral se tornando um valor muito irrisório no custo final, visto que beneficia a edificação contra os efeitos de infiltração, gerando impermeabilidade a sistemas construtivos e protegendo a estrutura contra danos como corrosão, fissuras, descolamentos, ações químicas, etc (PORCIÚNCULA, 2017).

Outra coisa que devemos observar é a capacitação de quem irá realizar a impermeabilização, uma vez que, refaz-la eleva esse custo a uma margem superior de 10% a 15% do valor do serviço. Em contrapartida, atualmente, ainda é muito comum ver problemas de infiltração por capilaridade ascendente, manchas de umidade por absorção, trincas, fissuras dentre outras manifestações patológicas (PORCIÚNCULA, 2017).

A importância do projeto de impermeabilização é indiscutível, já que, os materiais utilizados na construção civil não são totalmente estanques. Na NBR 15575:2013 se baseia nas normas prescritivas que, em impermeabilização, seriam a NBR 9575:2010 e a NBR 9574:2008, acrescentando conceitos novos ao que se pretende em requisitos para um bom desempenho, como também, define quais os prazos de garantias para cada sistema construtivo e sua vida útil e vida útil de projeto.

2.7.1.4 Infiltrações trazidas por capilaridade

A água presente na terra pode gerar umidade na parte inferior das paredes da casa que estão junto ao solo (SOUZA, 2008).

A existência de um lençol freático no terreno aumenta a probabilidade do problema, por conta da sazonalidade ou mudanças climáticas, quando suas águas estão mais altas o risco de que a umidade atinja o imóvel é grande. Quanto a capilaridade, VERÇOZA (1991) e KLEIN (1999), afirmam que se trata de umidade ascensional, ou seja, aquela que vem do

solo. Devido às próprias condições do solo úmido, ocorrendo nos baldrames das edificações e com a falta de obstáculos que impeçam a sua progressão. Pode ocorrer também devido aos materiais que apresentam canais capilares, por onde a água irá passar para atingir o interior das edificações. Exemplos destes materiais são os blocos cerâmicos, concreto, argamassas, madeiras, etc.

Quanto a umidade ser proveniente dos vazamentos de redes de água e esgoto, VERÇOZA (1991), afirma que é de difícil identificação do local e de sua correção, uma vez que se estes vazamentos estão, na maioria das vezes, encobertos pela construção, sendo prejudiciais para o bom desempenho esperado da edificação.

O agente mais comum para gerar umidade é a chuva, que conta com fatores de suma importância como: a direção e a velocidade do vento, a intensidade da precipitação, a umidade do ar e impermeabilização, porosidade de elementos de revestimentos, sistemas precários de escoamento de água, etc. Este tipo de umidade, apesar de mais comum, pode ocorrer ou não com as chuvas. O simples fato de haver precipitação, não implica em patologias de umidades com esta causa (SOUZA, 2008).

2.7.1.5 Resultantes de vazamentos em redes hidráulicas

De acordo com VERÇOZA (1991), a umidade pode ser uma causa direta de patologias, mas também pode ser um fator adicional que se faz necessário para que ocorra outros tipos de patologias nas construções.

Com relação a origem devido aos vazamentos de redes de água e esgoto, VERÇOZA (1991), destaca a dificuldade de identificação do local e sua provável melhora ou correção. Essa dificuldade ocorre, pois, em grande parte esses vazamentos estão embutidos na construção, prejudicando assim o desempenho esperado da edificação.

2.7.1.5.1 Vazamentos em pisos e paredes

A umidade em paredes e pisos, segundo Klein (1999), pode ser originada conforme três meios:

- Vazamentos pela ruptura de canalizações de água fria, quente, entre outros;
- Penetração de água das chuvas;
- Percolação de água proveniente do solo.

Outra maneira de vazamento em paredes é a de umidade generalizada, que ocorre logo após chuvas vindas de direções específicas. Um exemplo de causa seria o reboco salpicado (tem também o reboco poroso), que tem a capacidade de reter água, que irá atravessar a parede (SOUZA, 2008).

Outro tipo de infiltração bastante encontrado em parede é a umidade que vem do solo por capilaridade. Isso ocorre devido à falta de impermeabilização da base da parede ou quando ela é malfeita (COCCARELLI, 2017).

Quadro 1 – Vazamentos em pisos e paredes

Origem	Erros de	Causas	Manifestações
Calhas Tubos de queda (condutores) Algerozes	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamento inadequado da tubulação • Especificações inadequadas para os materiais 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas nos forros e paredes • Goteiras • Escorrimento de águas pelas paredes • Mofo • Prevenção de vegetação nas calhas
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Uniões mal executadas • Pouco caimento • Caixas trincadas • Impermeabilização mal executadas 	
	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa qualidade • Uso inadequado do material 	
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição de canalização obstruída 	
	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Incompatibilidade do revestimento externo de argamassa com as condições ambientais • Saliências indesejadas nas fachadas que permitem a infiltração de águas • Especificação inadequada de materiais • Projeto de esquadrias inadequadas 	
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de materiais e traços inadequados para os revestimentos • Fissuração mapeada do reboco (retração) • Técnicas de execução de revestimentos 	

		mal-empregadas	
		<ul style="list-style-type: none"> • Vedação mal executada nas esquadrias • Camadas excessivas de revestimento • Falta de aderência do revestimento no substrato 	
	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa qualidade, alta porosidade • Baixa resistência 	
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de pintura de proteção • Falha na impermeabilização dos pisos (banheiros) • Falta de reparo das fissuras de movimentação termo higroscópicas 	
	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de sistema de impermeabilização dos baldrame • Falta de sistemas de drenagem • Especificação errada dos materiais • Projeto de esquadrias inadequado 	
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Execução inadequada da impermeabilização ou de outro sistema de barreira contra a umidade 	
	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Argamassa e concreto muito permeáveis • Inadequado material para a impermeabilização 	
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Entupimento do sistema de drenagem 	

Fonte: Adaptada de KLEIN, 1999.

2.7.1.6 Condensação

A condensação é a formação de água nos tetos e paredes devido o contato do vapor com superfícies frias no interior das habitações (SOUZA, 2008). Sua maior incidência é no inverno, quando as habitações estão normalmente mais quentes no seu interior que o lado de fora (COCCARELLI, 2017). Já nas estações frias, a ocorrência de condensação se dá devido ao uso de alguns vaporizadores de ar (COCCARELLI, 2017).

Esse problema possui uma forma bastante diferente dos outros já mencionados, pois a água já se encontra no ambiente e se deposita na superfície da estrutura e não mais está infiltrada, é encontrada em Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinha e garagens (COCCARELL, 2017).

2.7.1.7 Infiltrações por intempéries

Causadas pelo clima, provocando diretamente umidade em tetos e paredes. Conforme a NBR 6118/14, o cobrimento da armadura em elementos estruturais, protege esse tipo de intemperismo para reduzir seus efeitos.

3 PREVENÇÕES

A infiltração é um dos piores inimigos de uma casa ou edifício. Mesmo pequena, ela pode causar grandes estragos. Em alguns casos podendo até gerar problemas de saúde nos moradores. Em outros casos, se faz necessário quebrar paredes, refazer a pintura e diversos outros aborrecimentos (FORUM DA CONSTRUÇÃO, 2017).

Evitar as infiltrações é bem mais simples do que combatê-las. Uma das maneiras mais utilizadas para evitar essa umidade indesejada, é a aplicação de impermeabilizantes adequados para cada tipo de superfície, seguir as especificações do projeto, utilizar bons materiais, ter mão de obra especializada e a utilização de impermeabilizantes específicos para cada etapa e superfície são as melhores formas de prevenção. Reduzindo futuros gastos com reparos, processos judiciais e/ou a própria deterioração e inutilização da obra (FÓRUM DA COSTRUÇÃO, 2017).

Existem dois tipos de infiltrações: as ascendentes, que são oriundas do piso; e aquelas causadas pelas chuvas, por canalização ou condensação, que comprometem o teto e as paredes (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2017).

Ainda pensando na questão de evitar problemas de infiltração, é de suma importância investir na impermeabilização das fundações. Lembrando sempre de atender as necessidades específicas de cada situação. Para o acabamento interno e externo da casa ou edificação, utilizar sempre impermeabilizantes de qualidade (FORUM DA CONSTRUÇÃO, 2017).

No entanto, se a umidade aparecer após a casa já construída, a falha deve ser descoberta o quanto antes para ser reparada. Lembrando sempre da importância de consultar um profissional qualificado para se obter resultados esperados. Se o morador resolver tomar decisões por si só, o risco do problema permanecer é consideravelmente maior (FORUM DA CONSTRUÇÃO, 2017).

3.1 CAPILARIDADE OU INFILTRAÇÕES E INTEMPÉRIES

Existe a possibilidade de resolver o problema utilizando impermeabilizantes e pinturas especiais. Também com revestimentos de madeira tratada ou pedra, o problema é que, na maioria das vezes, não há um tratamento adequado antes da utilização do revestimento, tornando assim um paliativo e não solução, nesse caso o problema existe, só não incomodará por determinado tempo. O fundamental é solucionar as causas do problema

para que impeça a umidade de percolar, acima do revestimento aplicado (COCCARELLI, 2017).

3.1.1 Barreiras Elétricas

São barreiras por eletro-osmose, onde a água passa de uma parede porosa para fora através da aplicação de eletrodos de cobre espalhados pela superfície. Esses eletrodos são ligados a um sistema de aço galvanizado na terra. Existe também o sistema sem fios, com tecnologia VLF (very low frequency), de instalação simples, que atua invertendo a polaridade existente entre o solo e a parede (COCCARELLI, 2017).

3.1.2 Drenos Knapen ou Tubos de Arejamento

São feitos através da introdução de dutos plásticos que irão produzir ventilação natural. O mais importante é a verificação da perfuração, declives e argamassa (COCCARELLI, 2017).

3.1.3 Barreiras Físicas

Em caso de desabamento da superfície por conta da umidade, pode-se utilizar argamassa micro porosa, que irá promover a secagem da parede permitindo que a água evapore. Nos casos mais graves, há a possibilidade de realizar um corte transversal na parede, inserindo tijolos especiais, lâminas ou injeções de resina com um catalisador de secagem rápida (COCCARELLI, 2017).

3.1.4 Barreiras químicas

Impregna-se a superfície com fórmulas repelentes de água, de maneira geral são compostos por silicone. Assim que o problema for resolvido o local deve ser impermeabilizado (COCCARELLI, 2017).

3.1.5 Telhados, calhas e impermeabilização

Impregna-se a superfície com fórmulas repelentes de água, de maneira geral são compostos por silicone. Assim que o problema for resolvido o local deve ser impermeabilizado (COCCARELLI, 2017).

Em caso de intemperes, para evitar, tenha certeza de que as telhas bem colocadas e encaixadas, instalações de calhas ou manutenção periódica delas, caso já possua, para mantê-las em bom estado e não entupirem. Os telhados e as calhas evitam que as paredes externas fiquem molhadas. Já os moradores de edifícios devem providenciar uma impermeabilização eficiente (COCCARELLI, 2017).

3.2 SOLUÇÕES

A NBR 9575:2010 especifica as exigências e recomendações referentes a impermeabilização, de modo que os projetos atendam aos requisitos mínimos para devida proteção das edificações contra passagem de água, também as exigências quanto a salubridade, conforto e segurança dos usuários.

Os sistemas de impermeabilização por ela adotados devem resistir às cargas estáticas e dinâmicas atuantes sob e sobre a impermeabilização, aos efeitos dos movimentos de dilatação e retração do substrato e revestimentos, ocasionados por variações térmicas, à degradação ocasionada por influências climáticas, térmicas, químicas ou biológicas, segundo a NBR 9575:2010, os sistemas devem atender a uma ou mais dessas exigências.

Esses sistemas são divididos em sistemas flexíveis ou sistemas rígidos e atendem a norma, existe ainda sistemas semiflexíveis, assim denominados por ter características intermediárias, porém não são reconhecidos pela norma brasileira. A definição de qual sistema utilizar dependerá de fatores como exposição a intempéries, solicitação que a água impõe na parte que apresenta necessidade de impermeabilização, tendência da área à movimentação, entre outros (SILVA, 2015).

3.2.1 Sistemas flexíveis

Os impermeabilizantes flexíveis têm como característica valores maiores de alongamento, por esse motivo são mais indicados para áreas mais expostas a intempéries, trepidações e movimentações (SILVA, 2016).

Os impermeabilizantes utilizados são: membranas asfálticas moldadas a quente ou a frio (NBR 13724:2008), membranas de poliuretano (NBR 15487:2007), poliuretano com asfalto (NBR 15414:2006), mantas asfálticas (NBR 9952:2014), emulsão asfáltica para impermeabilização (NBR 9685:2005).

Cada material tem sua forma de utilização/ aplicação e a norma que o rege. De modo geral a aplicação das membranas asfálticas ocorre com auxílio de maçarico, as membranas de poliuretano, asfálticas e acrílicas são aplicadas com rolos de pintura no caso das asfálticas e das acrílicas ainda podem ser aplicados com broxas ou vassouras especiais no caso do asfalto quente. “Membranas flexíveis não devem ser aplicadas em áreas da edificação sujeitas à pressão negativa” completa SILVA, (2016).

3.2.1.1 NBR 13724:2008 – Membranas asfálticas moldadas a quente ou a frio

A Norma dispõe as características e requisitos necessários para assegurar o desempenho do sistema e as classificam conforme a forma de aplicação, quente ou fria.

- As membranas asfálticas moldadas a quente se caracterizam por sua aplicação feita em alta temperatura (Figura 1), e necessidade de utilização de equipamentos para derretê-los e aplicá-los.

- Sua aplicação é feita seguindo o procedimento de preparo da superfície, regida pela ABNT NBR9575:2010, feito isso aplica-se o primer asfáltico. Em seguida, após a cura do primer, com o produto a uma temperatura entre 160 a 200°C (variando segundo indicação do fabricante), aplica-se uma demão em forma de pintura do asfalto (consumo médio de 1 kg/m²). Logo que o asfalto resfriar, estender o estruturante com sobreposição mínima de 10 cm.

- A aplicação é feita até atingir o consumo pré-estabelecido em projeto. Caso o projeto contemple mais que um estruturante, a aplicação deve ser de forma intercalada entre o asfalto e o estruturante.

- Elas são indicadas para a impermeabilização de áreas como: muro de arrimo, cozinhas, áreas de serviço, lajes externas, piscinas, etc.

Figura 2 - Membrana asfáltica moldadas a quente sendo aplicada



Fonte: Site Plastizil Tecnologia Construtiva (<http://www.plastizil.com/membrana-asfaltica-4-mm-normal-ormiflex-premium-p83>). Nota: manta asfáltica sendo aplicada com uso e maçarico.

As membranas asfálticas moldadas a frio (Figura 2), são aplicadas em forma de pintura, em temperatura ambiente e dispensa o uso de equipamentos que aqueçam o produto.

- Sua aplicação é feita segundo a ABNT NBR 9575:2010, feito isso, aplica-se o primer asfáltico. Em seguida e depois da cura total do primer, dá-se uma demão do produto impermeabilizante, emulsão ou solução asfáltica. Estende-se o estruturante entre a segunda e a terceira demão, sobrepondo com no mínimo 10 cm. Continuar a aplicação até que atinja o consumo pré-estabelecido em projeto e cumprindo o tempo de secagem entre as demãos.

- As membranas asfálticas moldadas a frio são utilizadas em superfícies como: pequenas lajes horizontais ou abobadadas, terraços, sacadas, cozinhas, banheiros, áreas de serviço, etc.

Figura 3 - Membrana asfáltica moldadas a frio sendo aplicada



Fonte: Site O Rei das Mantas (<http://oreidasmantas.com.br/>)

Deve ser observado a grande variedade de aplicação desses impermeabilizantes e a especificação de cada sistema. Em áreas sujeitas a pressões negativas, sistemas com base asfáltica não deve ser indicado, além de necessitar de proteção às intempéries de tráfego, executando assim, uma proteção mecânica sobre as membranas, na intenção de preservar sua vida útil (MANUAIS DE ESCOPO, 2015).

3.2.1.2 NBR 15487:2007- Membranas de poliuretano

Segundo a NBR 15487:2007, em “Termos e Condições”, as membranas podem ser monocomponentes, “quando o produto a base de poliuretano formado a partir da reação de polimerização a frio quando em contato com a umidade do ar, no momento da aplicação, moldado no local em uma ou mais camadas, com ou sem uso de estruturantes.” Ou pode ser bicomponentes, “quando o produto a base de poliuretano, formado a partir da reação de polimerização a frio de polióis e isocianatos, moldado no local da aplicação em uma ou mais camadas, com ou sem uso de estruturantes.”

São formadas após a polimerização de resinas em solução, sua composição básica conte elastômero de poliuretano, cargas, aditivos, catalisadores e isocianato. Essas membranas ainda podem conter outras adições que a tornam auto extingüíveis as chamas, outras que

impedem o ataque de microrganismos. Também pode conter adição de solventes orgânicos ou ter alto teor de sólidos (DIAS e DIAS, 2015).

Na maioria das vezes são auto protegidas por receberem filmes termo refletivos sobrepostos ou adições na própria resina com a finalidade de resistirem a fotodegradação por raios ultravioletas

Possui espessura indicada de 1,5 mm até 2 mm, devendo conter armadura de tecido em regiões de substrato sujeito a fissuração (JORDY, 2003). A norma ABNT NBR 15487:2007– Membrana de poliuretano para impermeabilização regula os parâmetros para a conformação deste sistema impermeabilizante.

A Tabela 4 apresenta os requisitos de desempenho da membrana de poliuretano sem estruturante/armadura segundo a norma ABNT NBR 15487:2007 – Membrana de poliuretano para impermeabilização.

Segundo a Norma:

- A membrana de poliuretano deve ser homogênea, monolítica, com espessura, podendo variar conforme a necessidade da aplicação e aderida ao substrato;
- O uso de estruturantes pode ocorrer no intuito de aumentar a resistência a tração utilizando-o entre as camadas do produto;
- A membrana de poliuretano, quando aplicada em reservatórios de água potável deve atender à NBR 12170:2017;
- A alteração de cor que pode ocorrer quando o produto estiver exposto a intempéries não deve interferir no seu desempenho;
- Para os produtos bicomponentes, a relação entre os dois componentes (A+B) deve ser balanceada, de tal modo que a formação da membrana seja perfeita e uniforme, conforme proporção em massa definida pelo fabricante.

Esta norma não se aplica a membranas de poliuretano com asfalto

Tabela 2 - Requisitos de desempenho da membrana de poliuretano sem estruturante/armadura segundo a norma ABNT NBR 15487

Item	Requisitos	Unidade	Parâmetros	Método de ensaio
1	Resistência à tração – mínima	MPa	2,0	ABNT NBR 7462
2	Alongamento na ruptura – mínimo	%	50	ABNT

				NBR 7462
3	Deformação permanente – máxima	%	30	ABNT NBR 10025
4	Resistência ao rasgo	KN/m	2,0	ASTM D- 624
5	Flexibilidade à baixa temperatura (-5 °C)	-	Atende	ABNT NBR 9952
6	Dureza Shore A	-	60-90	ABNT NBR 7456
7	Escorrimento (120 °C)	-	Atende	ABNT NBR 9952
8	Tração e alongamento após intemperismo – 500 h (1) – Perda máxima	%	25 %	ASTM G- 154
9	Flexibilidade (5 °C) após envelhecimento acelerado (4 semanas a 80 °C)	-	Atende	ABNT NBR 9952
10	Determinação de resistência de aderência à tração – mínima	MPa	0,30	ABNT NBR 13528

Fonte: ABNT NBR 15487:2007

Nota: Ensaio aplicável somente para membranas sujeitas à exposição às intempéries

Quanto a vida útil estimada para cada membrana de polímero para impermeabilização, foram baseados em observações e obtidos na praticada impermeabilização, também em estudos publicados (PIRONDI, 1988). Essas estimativas estão ligadas diretamente a procedimentos de execução/aplicação dos sistemas projetados e, a implementação de planos sistemáticos de manutenção predial.

Tabela 3 - Expectativa de vida útil estimada das membranas poliméricas

Sistema de impermeabilização	Vida útil estimada (anos)
Membrana de neoprene-hypalon auto protegida	4 a 7
Membrana de acrílico auto protegida	2 a 5
Membrana de poliuretano auto protegida	4 a 7

Fonte: <http://www.casadagua.com>

Figura 4 -Membrana de Poliuretano sendo aplicada



Fonte: VitiPOLI ECO

3.2.1.3 NBR 15414:2015 – Poliuretano com asfalto

A Norma traz as especificações para utilização da membrana de poliuretano com asfalto. A mesma nos apresenta as membranas de poliuretano com asfalto bicomponente e a monocomponente, ambas são com asfalto formado a partir da polimerização a frio.

A bicomponente a frio com polióis e isocianatos, no local da aplicação, e a monocomponente formado a partir da polimerização a frio do produto, quando em contato com a umidade do ar, no momento da aplicação.

Segundo a Norma:

- A membrana de poliuretano com asfalto deve ser homogênea, monolítica, sem formação de bolhas, com espessura regular e aderência ao substrato
- A membrana, quando aplicada em reservatórios de água potável, deve atender à ABNT NBR 12170:2017;
- Para os produtos bicomponentes, a relação entre os dois componentes (A+B), deve ser balanceada, de tal modo que a polimerização da membrana seja perfeita e uniforme.

Seu desempenho deve atender aos requisitos da Tabela 4:

Tabela 4 - Requisitos de desempenho da membrana de poliuretano modificado com asfalto sem estruturante

Item	Requisitos	Unidade	Parâmetros	Método de ensaio
1	Resistencia a tração- mínimo	Mpa	1,4	ABNT NBR 7462
2	Alongamento na ruptura – mínimo	%	180	ABNT NBR 7462
3	Deformação permanente - máximo	%	30	ABNT NBR 7462
4	Resistência ao rasgo	KN/m	7	ASTM D-624
5	Flexibilidade a baixa temperatura	-	Atende	ABNT NBR 9952
6	Dureza Shore A – mínimo	-	25	ABNT NBR 7462
7	Escorrimento (120°C)	-	Atende	ABNT NBR 9952
8	Tração e alongamento após envelhecimento por intemperismo artificial para membranas expostas (500 h) ¹ Perda máxima	%	20%	ASTM G- 154
9	Flexibilidade (0°C) após envelhecimento por intemperismo acelerado (quatro semanas a 80°C) para membranas não expostas	-	Atende	ABNT NBR 9952

¹ Ensaio aplicável somente para membranas sujeitas a exposição as intempéries e raios ultravioleta

Fonte: NBR 15414:2015

Figura 5 - Membrana de Poliuretano com asfalto sendo aplicada



Fonte: EQUIPE DE OBRA

3.2.1.4 NBR 9952:2014- Manta asfáltica

Especifica as exigências mínimas necessárias para a aceitação de mantas asfálticas utilizadas para impermeabilização, estabelecendo os métodos de ensaio necessários para a verificação destes requisitos.

Seu acabamento superficial pode ser granular, geotêxtil, metálico, polietileno, areia de baixa granulometria, plástico metalizado. São classificadas de acordo com sua flexibilidade a baixa temperatura, tração e alongamento.

Tem como características:

- Impermeabilidade, resistência a umidade sem apresentação de alteração de volume ao entrar em contato com água;
- Compatibilidade com asfalto, armadura e acabamento nas mantas auto protegidas, gerando assim um conjunto monolítico, compatível com seus constituintes.
- Apresenta superfície plana, espessura uniforme, de bordas paralelas não serrilhadas
- Mantem estanqueidade sob esforços atuantes para os quais é destinada;
- Possui resistência aos álcalis e ácidos dissolvidos nas águas da chuva, nesse caso deve-se verificar a resistência das mantas asfálticas aos agentes atuantes.
- Sua armadura é uniformemente distribuída em toda a sua extensão e que não se destaque, desalinhe ou descole ao longo do tempo.

3.2.1.4.1 Parâmetros de ensaio

A classificação é dada de acordo com a tração e alongamento em tipos I, II, III e IV, e a flexibilidade a baixa temperatura em classes A, B e C, conforme indicado na Tabela 5.

I- Mantas de desempenho básico, tem resistência e elasticidade baixas, com indicação para locais pouco transitáveis e carregamento leve. Utiliza-se pouco no Brasil.

II- Indicado para solicitações medias e moderadas, podem ser usadas impermeabilização com manta dupla.

III- Resistencia mecânica elevada, ideal para estruturas sujeitas a movimentação e carregamentos típicos de edificios residências ou comerciais.

IV- Tem alto desempenho e maior vida útil, indicadas para estruturas sujeitas a maiores deformações por dilatação ou grandes cargas.

Tabela 5 - Características técnicas das mantas de impermeabilização

Norma ABNT NBR 9952:2014 - Manta asfáltica para impermeabilização							
Ensaio		Unidade		Critérios			
				Tipos			
				I	II	III	IV
1. Espessura (mínimo)		mm		3	3	3	4
2. Resistência à tração e alongamento - (longitudinal e transversal)	Tração (mínimo)	N		80	180	400	550
	Alongamento (mínimo)	%		2	2	30	35
3. Absorção de água máxima - Variação em massa (máximo)		%		1,5	1,5	1,5	1,5
4. Flexibilidade a baixa temperatura^{1),5)}	Classe	A	°C	-10	-10	-10	-10
		B		-5	-5	-5	-5
		C		0	0	0	0
5. Resistência ao impacto²⁾ 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 ³⁾ Mantas asfálticas protegidas ou autoprotégidas ⁴⁾	Os corpos-de-prova, após ensaio, não podem apresentar bolhas, escorrimento, gretamento, separação dos constituintes, descolamento ou de laminação					
9. Flexibilidade após envelhecimento acelerado⁵⁾	Classe	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

Fonte: ABNT 9952:2014

- 1) O ensaio de flexibilidade para mantas asfálticas auto protegidas e feito dobrando a amostra de modo a manter a face auto protegida em contato com mandril e verificando se ocorrem fissuras no lado de massa asfáltica.
- 2) Nas mantas asfálticas aplicadas sobre substrato rígido, utilizar base de aço; quando forem aplicadas sobre substrato flexível, utilizar base de poliestireno ou a base em que for aplicada a manta.
- 3) Exposição do corpo de prova a 400 h de intemperismo, ciclos de 4 h de ultravioleta a 60°C e 4 h de condensação de 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 ABNT NBR 9952:2014. Obs.: Há tipos especiais de mantas como: mantas com filmes refletivos, mantas antiraiz, etc. o tipo de manta asfáltica deverá ser informado.

Figura 6 - Manta asfáltica aluminizada sendo aplicada



Fonte: Prefeitura Municipal de Cruz Machado- Ginásio Municipal Luís Otto.

Nota: A manta asfáltica aluminizada oferecerá 50% de menos calor, 100% de isolamento acústico e 100% sem infiltrações e goteiras. O produto é com filme metálico de alumínio. Estas melhorias beneficiam os esportistas que usam o Ginásio Municipal Luís Otto para os treinamentos e campeonatos.

6.1.5 NBR 9685:2005– Emulsão asfáltica para impermeabilização

Na Tabela 6, estão listadas as características mínimas para a emulsão asfáltica para atender a norma.

Tabela 6 - Características técnicas para atender a Norma

Norma ABNT NBR 9685:2005 - Emulsão asfáltica para impermeabilização

Requisitos	Emulsão asfáltica com carga	Emulsão asfáltica sem carga	Emulsão de asfalto modificado com elastômero
Massa específica relativa 25°C/25°C - g/cm ³	1,10 - 1,20	0,98 - 1,04	0,98 - 1,10
Resíduo por evaporação (mínimo) - %	50	50	55
Cinzas sobre resíduo por evaporação (máximo) - %	30	8	8
Inflamabilidade	Nenhuma possibilidade de ignição ou fogo quando aquecida a 32°C		
Secagem total (máximo) – h	24	24	24

Fonte: ABNT NBR 9685:2005- Emulsão asfáltica para impermeabilização.

Segundo Pereira (2013), segue as etapas para aplicação de emulsão asfáltica:

- É um composto de material betuminoso ou asfalto aplicado à frio, emulsionado em água através de aditivos dispersantes;
- Para aplicar a emulsão asfáltica a base ou superfície deve estar limpa e reparada de irregularidades com argamassa de regularização (Figura 6);
- A superfície deve estar livre de poeira ou sujeiras incrustadas e tratadas qualquer fissura, parte solta ou desagregada de piso;
- Após o término da aplicação, a região tratada com emulsão asfáltica deve ser isolada do trânsito de pessoas e cargas após o termino da aplicação;
- São utilizadas para impermeabilização ou preparação de fundações, baldrame, muros de arrimo, alicerces, estruturas em contato com o solo, etc.;
- É utilizada ainda para preparação de uma base ou superfície para recebimento de impermeabilização como manta asfáltica ou mesmo para constituir membranas moldadas *in loco* sendo reforçadas com telas de náilon ou poliéster.

Figura 7 - Emulsão asfáltica para impermeabilização sendo aplicada



Fonte: PEREIRA (2013).

3.3.2 Sistemas rígidos

Os impermeabilizantes rígidos têm como características o modulo de elasticidade próximo ao do concreto ou da argamassa sobre o qual será aplicado, além de ser o tipo mais comum e encontrado facilmente no mercado (SILVA, 2016).

Temos a argamassa impermeável preparada na obra com adição de um impermeabilizante a mistura de cimento, areia e água, comumente usada como reboco e contrapiso, e temos as argamassas industrializadas, poliméricas prontas para o uso, desde que misturados e homogeneizados a emulsão de polímeros (liquido), com o cimento e aditivos minerais (pó) (BONAFÉ, 2016).

Tem como indicação a aplicação em superfícies mais estáveis da edificação, que não irá receber sol direto, como subsolos, poços de elevador, cortinas de contenção, reservatórios inferiores, piscinas em concreto sob o solo, banheiros e lavabos, rodapés de paredes.

No caso das argamassas com aditivos, a aplicação são camadas com cerca de 1,5 centímetros efetuadas com desempenadeira (NBR 16072:2012), as argamassas poliméricas são preparadas e aplicadas conforme recomendação do fabricante e o número de demãos dependerá da estrutura que necessita de impermeabilização (NBR 11905:1992).

Os mais comuns são: aditivos hidrófugos, também conhecidos como hidrofugantes; cimentícios modificados com polímeros acrílicos; aditivados com substâncias cristalizantes.

3.3.2.1 Aditivos hidrófugos

Têm a função de impermeabilizar concretos e argamassas repelindo a água, ou seja, hidrofugação. Eles proporcionam a redução da permeabilidade e absorção por capilaridade, através do preenchimento de vazios nos capilares na pasta de cimento hidratado, fazendo com que concretos e argamassas fiquem impermeáveis à penetração de água e umidade (DESENHO ARQUITETÔNICO E SERVIÇOS, 2017).

Em sua maioria compostos por sais inorgânicos.

- Aditivos de pega normal, quando misturados às argamassas e concretos, reagem com o cimento durante o processo de hidratação;
- Compostos de sais metálicos e silicatos;
- São indicados para: Fundações, concreto Impermeável, assentamento de alvenaria nos alicerces para evitar umidade ascendente, emboços de paredes, argamassa de revestimento em contrapisos, e regularização de pisos, caixa d'água, piscina e canalizações de água.
- Não é indicado para locais que possa haver dilatação no substrato, nesse caso não deve sofrer exposição ao sol.
- Deve ser aplicado juntamente com outro sistema impermeabilizante, para garantir a estanqueidade, pois esse sistema é muito suscetível a movimentações dos elementos (DESENHO ARQUITETÔNICO E SERVIÇOS, 2017).

Figura 8 - Aditivo hidrofugante aplicado em fundação



Fonte: TOPECA

3.3.2.2 Argamassa polimérica

São encontrados no mercado na versão bi componente (um pó e outro líquido) e, nesse caso, devem ser misturados e homogeneizados antes da aplicação. Em função do teor de resinas utilizadas em sua fabricação, podem ter grande variedade de aplicações e propriedades (CICHINELLI, 2012).

Devem atender a duas normas: Sistema de Impermeabilização Composto por Cimento Impermeabilizante e Polímeros (NBR 11.905:1992) e a Membrana de Polímero Acrílico com e sem cimento, para impermeabilização (NBR 15.885:2010).

É composto por cimentos especiais (ultrafino) e látex de polímeros, tem aplicação sob a forma de pintura sobre o substrato, formando uma película impermeável, garantindo a impermeabilização para pressões d'água positivas e/ou negativas, acompanhando de maneira satisfatória as pequenas movimentações das estruturas (SILVA, 2014).

Suas principais características segundo Desenho Arquitetônico e Serviços (2017), são: Regular resistência às dilatações e trabalhos mecânicos resistindo a pressões hidrostáticas positivas (o que, por vezes, a classifica como sistema semi-rígido), tem fácil aplicação, não altera a potabilidade da água, barreira contra sulfatos e cloretos, reduz o consumo de tinta de

pinturas externas por uniformizar e sela o substrato, a proximidade do lençol freático impossibilita o uso desse produto.

Figura 9- Cisterna impermeabilizada com argamassa polimérica



Fonte: <http://impermeabilizacaoemcasa.blogspot.com.br/2010/10/impermeabilizacaoete.html>

3.3.2.3 Cristalizantes

Compostos químicos de cimentos aditivados, resinas e água. O objetivo é impermeabilizar as superfícies de modo que os poros e capilares do concreto sejam entupidos por cristais, fazendo com que o concreto fique permanentemente protegido contra a degradação. Assim que ocorre a hidratação, os cristais se formam (DESENHO ARQUITETÔNICO E SERVIÇOS, 2017).

Podem ser aditivos químicos a base de silicato para confecção de concretos e argamassas, aceleradores impermeabilizantes de pega rápida e cimentos impermeabilizantes.

3.3.2.3.1 Aditivo químico a base de silicato para confecção de concretos e argamassas

Seu objetivo é proteger e aumentar a durabilidade de novos concretos e recuperação e reabilitação de estruturas de concreto existentes. Reações catalíticas são causadas pelos ingredientes aditivos do tratamento químico cristalizante que geram formações cristalinas dentro dos poros e capilaridades do concreto. As reações do concreto são totalmente compatíveis com a química envolvida, as reações catalíticas geram formações cristalinas no

interior dos poros e capilaridades do concreto. As formações cristalinas integram a estrutura do concreto e lava ao aumento das características impermeáveis, o que previne a penetração de líquidos seja por pressão hidrostática positiva como negativa (DESENHO ARQUITETÔNICO & SERVIÇOS, 2017).

A água é o meio migrante, pelos agentes catalisadores, na hora da aplicação do produto. Dessa forma entram e permeiam através das capilaridades do concreto, reagindo com os produtos químicos inertes presentes nos poros do concreto provocando a formação dos cristais, e isso se dá apenas até onde a água é absorvida pelo concreto por capilaridade sem a presença de pressão hidrostática (DESENHO ARQUITETÔNICO & SERVIÇOS, 2017).

Um movimento de infiltração da água no concreto é provocado pela aplicação de pressão hidrostática, permitindo a penetração de água nos capilares menores e também capilares originados pela abertura forçada e ruptura das paredes em novas capilaridades, isso permite que a água leve consigo os catalisadores, e provocando novas formações cristalinas, o que, dependendo da pressão aplicada pode chegar até ao selamento total e definitivo não apresentando mais penetração de água (DESENHO ARQUITETÔNICO & SERVIÇOS, 2017).

Mesmo depois da aplicação original, por ser catalítico, o processo pode ser reativado sempre que houver presença de água. Além das propriedades físicas do concreto como consumo de cimento, densidade e compactação, a presença de umidade e os ingredientes do concreto determinam a profundidade da penetração e o tempo envolvido para catalisação. Quanto mais poros o concreto possuir, maior velocidade de penetração, já os concretos com menos porosidade, a atuação será nas microfissuras. Os componentes do produto permanecem inativos na ausência da umidade. Caso a qualquer momento umidade apareça, o processo de vedação e a ação química se repetem automaticamente avançando maiores profundidades do concreto (DESENHO ARQUITETÔNICO & SERVIÇOS, 2017).

Quando não há umidade, os componentes permanecem inativos até que a umidade reapareça e esse processo irá se repetir sempre e automaticamente de forma contínua por ter natureza química. Então, segundo Desenho Arquitetônico e Serviços (2017) podem ser feitas as seguintes ações:

- Ser utilizados como aditivos de concreto moldados “in loco” durante a dosagem do concreto para concreto armado especialmente em fundações, projetados e pré-fabricados, dosa-se o a proporção de 2 a 3% do peso do cimento no momento da mistura;
- Ser aplicados por pintura como revestimento sobre concretos existentes, mesmo que recém feitos, em duas demãos com consumo de 800g/m²;

- Ser aspergidos como pó seco sobre concretos frescos de lajes e pisos de subpressão com consumo de 1kg/m².

Quando agregado ao concreto, benéficos surgem como:

- Aumento da resistência à compressão do concreto por eliminar os vazios;
- Proteção do concreto, aumentando, assim, sua durabilidade;
- Pode ser aplicado por ambos os lados (positivo ou negativo);
- Resistência a altas pressões hidrostáticas;
- Resistência a ataques químicos (pH 3 -11);
- Permite que o concreto respire, eliminando a possibilidade de pressão de vapores;
- Redução de carbonatação e a penetração do cloreto, auxiliando contra a corrosão das armaduras;
- Podem ser aplicados em superfícies úmidas;
- Não é tóxico, não afetam a potabilidade da água;
- No caso de a superfície ser danificada, as propriedades impermeabilizantes e proteção se mantêm intactas;
- Auto cicatriza fissuras de até 0,4 mm e tem fácil aplicação.

3.3.2.3.2 Aceleradores impermeabilizantes de pega rápida

Indicado para estaqueamento emergencial de infiltrações e jorros de água sob pressão negativa e infiltrações por lençóis freáticos. Usado como solução temporária para que a impermeabilização definitiva aconteça em seguida (DESENHO ARQUITETÔNICO E SERVIÇOS, 2017).

Estão divididos em aditivos e misturas cimentícias aditivadas. Onde os aditivos podem ser pó ou líquidos a serem acrescentados ao cimento no momento da aplicação e as misturas cimentícias aditivadas já vêm prontas para a aplicação, São materiais compostos por cimento, agregados e alguns aluminatos já misturados a seco, necessitando apenas da adição de água (DESENHO ARQUITETÔNICO E SERVIÇOS, 2017).

3.3.2.3.2.1 Aditivos impermeabilizantes de pega rápida

Feitos para utilização de vazamentos vivos, a base de silicatos e cristais em formação. Aplicado a seco, transforma-se em hidrossilicato quando misturado com água e cimento. Tem como característica ser um cristal insolúvel em água, que preenche os poros de argamassa.

É utilizado como aditivo líquido de pega rápida em argamassa pastosa de cimento com areia ou apenas em pasta composta por cimento mais aditivo (DESENHO ARQUITETÔNICO E SERVIÇOS, 2017).

3.3.2.3.2.2 *Mistura cimentícias aditivadas*

É composto por cimentos e agregados graúdos, adições e aditivos controladores de pega e retração térmica. Produto monocomponente, necessitando apenas de água para tornar-se uma argamassa de pega rápida, grande consistência e fácil aplicação. Geralmente aplicado em faces externas de reservatórios de concreto, tubulações, porões, esgotos, etc. Usado para reparos de emergência (DESENHO ARQUITETÔNICO E SERVIÇOS, 2017).

Os aditivos em pó ou líquido, apresentam início de pega rápido, entre 10 a 15 segundos e fim entre 20 a 30 segundos, com alta aderência e grande poder de tamponamento (DESENHO ARQUITETÔNICO E SERVIÇOS, 2017).

3.3.2.4 Cimentos Impermeabilizantes

Cimentos cristalizantes são compostos químicos que unem cimentos, aditivos minerais e emulsão de polímeros. Tem a propriedade de penetração osmótica nos capilares da estrutura, o que vira um gel que se cristaliza quando entra em contato com a água de infiltração, agregando ao concreto compostos de cálcio estáveis e insolúveis. Usado como pintura sobre a superfície de concreto, argamassa, ou alvenaria já tomada por água (DESENHO ARQUITETÔNICO E SERVIÇOS, 2017).

Existe também os cristalizantes líquidos para pressões negativas à base de silicatos e resinas, que preenchem as porosidades por efeito de osmose quando injetados nas bases dos parâmetros. Sevem para alvenarias de tijolos maciços, cerâmicos furados ou blocos de concreto, bloqueando a umidade ascendente (DESENHO ARQUITETÔNICO E SERVIÇOS, 2017).

Em base de paredes, paredes de subsolos, lajes de piso, poços de elevadores, reservatórios enterrados, caixas de inspeção e outros, age como corretivo da má execução de impermeabilizações ou mesmo ausência da mesma, em fundações e em elementos

construtivos como contrapisos e paredes de edificações, tendo uso em todas as áreas submetidas às infiltrações e/ou tomado por água em contrapressão ou lençol freático (DESENHO ARQUITETÔNICO & SERVIÇOS, 2017).

Figura 10 - Aplicação de cristalizante



Fonte: RESILAR

3.3.3 Sistemas semiflexíveis

Entende-se por sistemas semiflexíveis argamassas poliméricas formuladas com resinas termoplásticas, que atribuem mais elasticidade ao cimento. Sua aplicação não é indicada para locais com pressão negativa de água.

É normalmente indicado para banheiros, lavabos, cozinhas, áreas de serviço reservatórios, calhas, pisos de casas de máquinas (DESENHO ARQUITETÔNICO & SERVIÇOS, 2017).

Tem como vantagens:

- Evitar a formação de umidade nas paredes;
- Resiste a pressões de água positivas e negativas;
- Possui excelente aderência sobre substratos porosos;
- É uma excelente barreira contra sulfatos e cloretos (DESENHO ARQUITETÔNICO E SERVIÇOS, 2017).

Figura 11- argamassa poliméricas sendo aplicada



Fonte: WEBER

3.4 NORMA DE DESEMPENHO

NBR 15575:2013 “Edificações Habitacionais-Desempenho”, substitui as versões anteriores da ABNT NBR 15575-5.

A norma trata de conceitos poucas vezes levados em consideração nas Normas prescritivas, conceitos como a durabilidade dos sistemas, manutenção da edificação e conforto dos usuários.

A junção das normas prescritivas e de desempenho devem viabilizar a necessidade do usuário, tanto técnicas quanto financeiramente viáveis.

O objetivo da NBR 15575:2013 é melhorar tecnicamente a qualidade aspirada e a oferta das moradias, estabelecendo regras para a avaliação do desempenho das habitações, contribuindo para análises que definem o financiamento de imóveis e viabilizando adequações nos procedimentos de execução, manutenção e uso dos mesmos.

A ABNT NBR 15575:2013 traz exigências referentes aos sistemas de cobertura, que exercem função importante de proteger o corpo da edificação até garantir a integridade física dos usuários. Interfere diretamente na durabilidade da edificação e seus elementos, impedindo infiltração de umidade proveniente das intempéries para os ambientes habitáveis e evitam a proliferação de micro-organismos patogênicos e de vários processos de degradação dos materiais de construção, sejam eles por apodrecimento, corrosão, fissuras de origem hidrotérmica entre outros.

Estes sistemas são a parte mais exposta a radiação direta do sol, exercendo predominantemente influência na sensação térmica dos ambientes, interferindo no conforto térmico dos usuários e no consumo de energia devido a necessidade de usar equipamentos para o resfriamento do local. Estão relacionados com os sistemas de instalações hidrossanitárias, sistemas de proteção de descargas atmosféricas, de isolamento térmica e outros obrigatoriamente previstos no projeto. O vento, a intensidade de chuvas e radiação solar, são ações que exercem grande influência e são decisivos nos projetos de sistemas de coberturas (360° ARQUITETURA, 2016).

No que diz respeito a segurança de pessoas, em decorrência aos serviços de execução ou manutenção desses sistemas serem exercidos em locais acima do solo e de acesso minucioso, constituem as considerações adicionais dispostas nos projetos. As exigências contidas nessa parte da ABNT NBR 15575:2013 se aplicam às edificações habitacionais, no que se refere aos sistemas de coberturas. Norma válida para edificações de cinco pavimentos serão especificados em suas respectivas seções.

Os sistemas de cobertura devem ser projetados e executados de forma a proteger todos os outros sistemas.

A NBR 15575:2013 gerou impacto no setor de impermeabilização. O projeto bem elaborado e bem executado, utilizando as tecnologias de proteção contra infiltrações contribuem tanto para vida útil da edificação quanto para o atendimento as especificações sobre estanqueidade a umidades externas. Em contrapartida, traz preocupações para fabricantes.

Takagi diz: “Hoje as normas de impermeabilização não falam de vida útil. Para isso, temos de fazer retrospecto da aplicação dos produtos em obras já executadas”. E ainda explica que, os sistemas de impermeabilização de fácil manutenção devem ter vida útil mínima de 4 a 8 anos; e os sistemas de difícil manutenção, de 20 anos.

4 ESTUDO DE CASO

1º caso: Casa em condomínio militar situada no bairro Anápolis City, Anápolis - GO.

Infiltração no teto (Figura 12), causada por intempéries, houve o dano em algumas telhas da residência e a laje não era impermeabilizada. Esse tipo de falha é comum, principalmente em unidades habitacionais mais antigas como essa.

Ainda não houve solução do problema, sobretudo porque a habitação está situada em jurisdição do Ministério da Aeronáutica, o qual promove os reparos, muito embora seja demorada a disponibilização do material. Assim, o dano se agrava e gera maiores transtornos aos moradores.

A primeira providência a tomar, seria a substituição das telhas quebradas, sanando a causa de a infiltração. Em seguida, fazer o reparo dos danos causados a estrutura. Desgastar a área afetada que, nesse caso, está soltando a massa e a pintura. Além disso, é preciso usar um impermeabilizante na laje e aplicar novamente o reboco seguido de massa PVA. Por ser rica em metais pesados, a massa PVA cessaria o problema do mofo na parte interna da residência.

Figura 12- Teto do quarto com infiltração



Fonte: Autor

2º caso: Residência situada no Bairro Maracanã, Anápolis - GO. Infiltração causada por capilaridade, onde há ascendência do fluido pela parede (Figura 13).

Os habitantes do imóvel providenciaram piso cerâmico para tratar o problema. Esse tipo de aplicação é paliativo e não apresenta característica técnica. Com o tempo, o reboco

perde resistência e se desintegra, fazendo a cerâmica se soltar. Além de propiciar a proliferação de ácaro e mofo, volta o mau cheiro bem como os riscos de doenças acometerem os moradores.

Figura 13 - Tratamento paliativo contra infiltração por capilaridade



Fonte: Autor

Nesse caso, a família optou por tirar o revestimento da parede e ignorar o problema. O não tratamento acarretou em manchas na pintura causadas pela umidade do fluido percolado. Acabaram insistindo em uma forma “mais econômica” de “tratamento” e revestiram novamente com piso (Figura 14).

Figura 14 - Parede com novo tratamento paliativo.



Fonte: Autor

A empresa Portobello traz em seu site a informação de que caso apareça manchas de umidade em corredores ou paredes da casa, que não sejam de banheiro e causadas por vapor d'água durante o banho, um profissional deve ser chamado para investigar as causas e sanar o problema. E ainda afirma que, caso decidam revestir a parede danificada com piso, é necessário: “Lixar e aplicar um produto para vedar o espaço. Procure certificar-se também da qualidade dos produtos impermeabilizantes que ele (o profissional) vai usar.” (ARCHTRENDS PORTOBELLO, 2017).

3º caso - Sobrado no bairro Maracanã, Anápolis - GO. Essa habitação foi previamente tratada com impermeabilizantes flexíveis nas paredes externas (Figura 15) e algumas paredes internas, onde há maior ocorrência de contato com intempéries e banheiros, antes do acabamento em pintura. Nas paredes internas tratadas e já pintadas, o acabamento permanece intacto.

Figura 15- Parede externa revestida por impermeabilizante flexível



Fonte: Autor

A foto apresenta parede com a primeira camada de impermeabilizante flexível aplicado. Na embalagem do produto vem a especificação de aplicação do mesmo, a recomendação deste são três demãos cruzadas. O rendimento e os valores estimados desse produto estão presentes na Tabela 7.

Algumas paredes não receberam tratamento preventivo contra infiltrações e começaram a apresentar danos por capilaridade, comprometendo o reboco (Figura 16).

Figura 16 - Parede antes de ser tratada com impermeabilizante



Fonte: Autor

A infiltração toma todo comprimento da garagem (5m), a foto apresenta parte do dano com dimensões de 0,5x0,15m.

Foi analisado e concluído que o melhor seria trata-la com impermeabilizante e protetor, bicomponente, à base de cimento, areias selecionadas e resina acrílica para uso em alvenarias (Figura 17). O rendimento e os valores estimados desse produto estão presentes na Tabela 7.

Figura 17 - Parede após tratamento com impermeabilizante



Fonte: Autor

Houve a retirada do rodapé e reboco danificado, aplicou-se o impermeabilizante com trincha, em seguida foi executado novo reboco e aplicação de massa PVA. A Figura 18 mostra a camada de massa PVA e abaixo o novo reboco aguardando ser colocado o rodapé.

Figura 18 - Teto com presença de mofo



Fonte: Autor

Infiltração (0,8x0,3m), causada por intempéries, a falta de impermeabilização da laje associada a uma telha quebrada foi o suficiente para gerar o transtorno.

Houve a troca da telha, aplicação de impermeabilizante do tipo asfáltico. O rendimento e os valores estimados desse produto estão presentes na Tabela 7.

Após limpeza com solução alcalina para remoção do mofo, as manchas amarelas permaneceram (Figura 19), sendo necessário restauração da pintura.

Figura 19 - Teto após remoção do mofo



Fonte: Autor

Após limpeza com solução alcalina para remoção do mofo, as manchas amarelas permaneceram, sendo necessário restauração da pintura. Para total restauração o teto foi lixado, aplicou-se uma fina camada de gesso e massa PVA, em seguida duas demãos de tinta branca para um acabamento mais refinado. (Figura 20).

Figura 20 - Teto restaurado



Fonte: Autor

Abaixo (Tabela 7) orçamento dos impermeabilizantes utilizados.

Tabela 7 - Orçamento

Impermeabilizante	Embalagem	Marca	Rendimento	Nº de demãos	Loja A	Loja B	Loja C
Flexível a base de elastômero		Viaflex	60 a 70m ² / demão	3	R\$170	R\$190	R\$185
	18 L	Quartzito	0,300 a 0,350 g/demão	2	R\$251	R\$251	R\$250
		Vedapren	15m ² de área	3	R\$196	R\$250	R\$330
Semiflexível		Sikatop	1kg/m²	2 a 4	R\$48	R\$40	R\$53
Bi componente	18kg	Denvertec	1kg/m ²	2 a 4	R\$49	R\$38	R\$46
		Quartzolit	3kg/m²	2	R\$35	R\$55	R\$40
Asfáltico		Vonder	7,2/m ²	2	R\$129	R\$130	R\$130
		Sika	300 a 500ml/m²	2	R\$129	R\$172	R\$172
	18 L	Quartzolit	Indicação	Indicação/ Necessidade	R\$160	R\$163	R\$224

Fonte: Autor

- 1) Os dados de rendimento e número de demãos das foram colhidos nos sites dos fabricantes e/ ou nos rótulos das embalagens.
- 2) Os valores dos produtos indicados na tabela foram colhidos em sites especializados em materiais de construção e/ou visitas a lojas especializadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que tange aos estudos de caso, os moradores da habitação do caso 1 continuam esperando uma providência por parte do Ministério da Aeronáutica, sem o devido tratamento, os danos ocupam uma faixa de 1x1,25m do teto do quarto do casal. O odor já toma os cômodos da residência, o que desencadeou doenças respiratórias nas crianças que lá habitam.

No estudo de caso 2 não indicaram sobre quem os informou quanto a prevenção de infiltrações, disseram que pegaram a casa já com piso na parede cientes da patologia existente. Julgaram ser a falta de manutenção no piso externo da casa, que estava com alguns furos e faltava rodapé, arrumaram a parte externa e retiraram o piso da parte interna das paredes da casa. Após a retirada tentaram manter as paredes pintadas, mas a umidade não cessou, causando manchas. Por se tratar de infiltração por capilaridade sem devido tratamento, foi feita uma avaliação da situação e indicado como solucionar o problema, mas ainda assim, preferiram recolocar cerâmica nas paredes julgando ser mais barato.

No diz respeito a saúde dos moradores da residência 2, as filhas apresentam doenças respiratórias e alergias cutâneas com agravo após contato com mofo.

Por fim, o estudo de caso 3 apresentava impermeabilização parcial da habitação, os proprietários informaram que desconhecia a necessidade de prevenção na fundação e lajes, impermeabilizando apenas partes da casa como: paredes externas, banheiros e paredes internas onde ficava em contato com aterro.

Questionados quanto a presença do engenheiro responsável pelas obras, em todos os casos, os moradores desconheciam o risco de infiltrações quanto aos danos estruturais ou à saúde dos habitantes locais.

Conforme a NBR 15.575, cabe ao engenheiro responsável, o encargo sobre os problemas da obra, assim como, relatar junto aos futuros moradores, especificando e orientando quanto a importância da impermeabilização e também quanto ao vício redibitório, cabe a ele orientar a melhor maneira de saná-lo.

O que ainda dificulta a solução de tais problemas é a falta de informação dos proprietários das habitações e de técnicos mal preparados e, que na maioria das vezes, procuram auxílio técnico em pessoas não preparadas como: vizinhos, amigos, pedreiros ou profissionais equivalentes que, sem o gabarito para resolução de problemas, dificultam ou mostram “soluções” que solucionam de forma momentânea, paliativa, ao invés de uma forma definitiva como seria resolvida por um engenheiro devidamente preparado.

Alguns problemas independem de renda para serem resolvidos, pois alguns impermeabilizantes são facilmente encontrados no mercado partir de R\$ 19,00 reais, o que faz concluir que independente da patologia, tudo depende da proveniência a ser tomada, como nos casos apresentados, cada problema tem sua solução específica e a melhor forma de se corrigir é procurando um especialista devidamente qualificado para um assessoramento e/ou para uma definição de medidas a serem tomadas.

A umidade nas paredes gera desconforto aos habitantes, isso decorre pelo ar saturado e o odor de mofo, que são característicos de tais patologias, além de danos à saúde, ocorre em prejuízos aos proprietários da obra (BONAFÉ, 2016).

No período chuvoso os problemas de patologias de infiltração se agravam, devido à grande umidade, há um crescimento significativo na quantidade de ácaros e fungos em edificações com indícios ou já com edemas, causando, assim início e/ou agravamento de alergias e infecções respiratórias (DIÁRIO DO NORDESTE, 2009).

Em 2011 o Governo Federal lançou um artigo através do “Portal do Brasil”, baseado em uma pesquisa da Organização Mundial da Saúde (OMS), que informava as doenças não transmissíveis, doenças que são causas da maioria das mortes de pessoas no mundo, e que de acordo com a pesquisa feita em 193 países, são 36 milhões de óbitos anuais. Neste contexto, as doenças respiratórias representam 12% desse total.

Em maio de 2011 foi realizada a sexagésima quarta reunião do BRICS, reunião entre os países, Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, para determinação de medidas que combatesse essas doenças, principalmente em países considerados como menos desenvolvidos (PORTAL BRASIL, 2011).

O Ministério da Saúde estima que a asma é a doença que mais causa internações no Brasil. Hoje, no período de um ano, ela representa um gasto de 76 milhões de reais ao Sistema Único de Saúde (SUS). Ainda falando sobre estimativas, cerca de 36,5 % dos pacientes são alérgicos ou sensíveis ao mofo. (PORTAL BRASIL, 2011).

Segundo a presidente da Associação Brasileira de Asmáticos (ABRA), Lorena Madeira, no Estado do Ceará as consequências são diretas para quem passa muito tempo exposto ao mofo, o que provoca irritabilidade nas vias aéreas, especialmente em pessoas que já tenham imunodeficiência assim afirma a Dra. Lorena “Quem já teve tuberculose e tem cavidade do pulmão fica mais propenso, assim como rinite e asma”.

O mofo facilita a proliferação do ácaro e, conseqüentemente, ao aparecimento das alergias, respirar num ambiente com mofo piora a rinosinusite, doença que afeta cerca de 25% da população e aos asmáticos, que representam cerca de 10% da população. A inalação

de *Aspergillus* (fungos), pode complicar o estado de saúde de uma pessoa alérgica, no caso de rinites e asmáticos, gerando tosse acompanhada de dificuldades para respirar, mal-estar, febre, dor torácica e muco (DIÁRIO DO NORDESTE, 2009).

Foi observado durante esse trabalho, onde houve o monitoramento dos moradores que cederam as casas para essa pesquisa que: no estudo de caso 1, os moradores dizem sofrer com a demora para solucionar o problema, o odor do mofo já é evidente em toda residência e o casal diz se preocupar com os filhos expostos às patologias. O filho mais velho, 4 anos de idade, já apresenta gripes constantes enquanto que o mais novo, de apenas 4 meses, tem espirros frequentes e dificuldade para dormir.

No estudo de caso 2 a família, que é de baixa renda e com menos instrução, relata que a filha mais nova do casal, 25 anos, possui bronquite asmática. Suas crises eram constantes antes da reforma, tendo frequência nos atendimentos de pronto socorro e sua alergia evoluiu para cutânea, isso ocorre quando a presença do mofo causa irritação na pele, e deste modo teve que ser submetida a um longo tratamento para sair da crise. Já a filha mais velha, 28 anos, acusa um quadro de rinite alérgica e também relata crises frequentes.

Quando questionados sobre o real motivo pelo qual escolheram revestimento cerâmico para solução do problema, a resposta obtida foi que: o técnico, no caso o pedreiro, disse que assim resolveria o problema. Insistindo no questionamento, notou-se que a resposta foi dada de certa forma “vaga”, ou seja, uma réplica de informações, de certa forma infundadas ou razoavelmente discorridas acerca do tema pelo técnico. Tal fato foi ratificado com uma notória falta de informação por parte dos proprietários no que se refere às possíveis soluções realizadas e também sobre a falta de interesse ao acerto sobre os serviços realizados.

No estudo de caso 3, a filha mais nova do casal, 27 anos, sofre de rinite alérgica, hoje não apresentando crises frequentes, pois não há presença de mofos ou infiltrações na sua área de convivência. Questionada sobre quando a doença teve início, a mesma afirmou que os sintomas começaram em sua antiga residência, onde havia muito mofo devido ao fato de a edificação se tratar de uma construção antiga e sem ventilação suficiente, o que a tornava uma construção bastante úmida.

Quando indagados sobre quem os informou quanto as infiltrações e também sobre a prevenção de infiltrações, a resposta foi, que o mestre de obras, responsável pela obra, os alertou sobre os riscos que elas podem causar. Indicando o impermeabilizante para ser aplicado nas paredes.

REFERÊNCIAS

ARCHTRENDS PORTOBELLO. **Qual melhor revestimento para paredes com umidade?** Disponível em: < <https://archtrends.com/blog/revestimento-para-paredes-com-umidade/>> Acesso em: fevereiro de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-6118: **Projeto de Estrutura de Concreto**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-9865: **Emulsão asfáltica para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2005.

→

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-9952: **Manta asfáltica para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2014.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-9574: **Execução de Impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-12170: **Determinação da Potabilidade da Água Após Contato**. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-13724: **Membrana asfáltica para impermeabilização com estrutura aplicada a quente**. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-15414: **Membrana de poliuretano com asfalto para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-15487: **Membrana de poliuretano para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-15575: **Desempenho de Edificações Habitacionais**. Rio de Janeiro, 2013.

BONAFÉ, G. **Umidade na parede: saiba como evitar e resolver**. AECweb, 2016. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/umidade-na-parede-saiba-como-evitar-e-resolver_13303_10_0>. Acesso em: março de 2018.

CARVALHO JR, R. Conheça as Patologias dos Sistemas Prediais Hidráulicos Sanitários. **Youtube**. 2014. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=tL7WqabBIxk>>. Acesso em: março 2018.

CASTRO, D. M.; MARTINS, M. R. **Análise e Sugestões Terapêuticas das Manifestações Patológicas de Infiltração de um Edifício com Mais de 20 Anos – Estudo de Caso**. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1999/1/PB_COECI_2013_2_9.pdf>. Acesso em: Janeiro 2018.

CICHINELLI, G. **Estanqueidade garantida**. Técnica, 2013. Disponível em: < <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/189/artigo288006-2.aspx> >. Acesso em: março de 2018.

DESENHO ARQUITETÔNICO & SERVIÇOS. **A importância da correta impermeabilização**. 2017. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/desenhoarquitetonico-pinzan/home/impermeabilizacao>>. Acesso em: março de 2018.

DIAS, N; DIAS, G. **Inovação em impermeabilização e proteção de Estruturas e coberturas com membranas de silicone**. 2015. Disponível em: < http://www.casadagua.com/wp-content/uploads/2013/08/6-aprovado-publica%20387%203%83o_746_inova%203%87%203%83o-em-impermeabiliza%203%87%203%83o-e-prote%203%87%203%83o-de-estruturas...pdf >. Acesso em: fevereiro de 2018.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Mofo provoca doenças respiratórias e internações**. 2009. Disponível em: < <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/mofo-provoca-doencas-respiratorias-e-internacoes-1.216456> >. Acesso em: fevereiro de 2018.

DICIONÁRIO ETIMOLÓGICO. **Profilaxia**. 2009. Disponível em: < <https://www.dicionarioetimologico.com.br/profilaxia/> >. Acesso em: fevereiro de 2018.

FERREIRA, R. **Conhecendo os impermeabilizantes**. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/44/conhecendo-os-impermeabilizantes-veja-quais-sao-os-sistemas-de-245388-1.aspx>>. Acesso em: março de 2018.

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. **Como combater e evitar infiltrações?** 2017. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1403>> . Acesso em: fevereiro de 2018.

FRANCO, L.S.; BARROS, M.M.S.B.; SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de um método construtivo de alvenaria de vedação de blocos de concreto celular autoclavados**. São Paulo, EPUSP-PCC, 1994. (Relatório CPqDCC n. 20081 - EP/SICAL-1).

GNIPPER, S. F. **Patologias mais frequentes em sistemas hidráulico-sanitários e de gás combustível de edifícios residenciais em Curitiba**. 2007. In: X Simpósio Nacional de Sistemas Prediais. Anais, 29-30 agosto de 2007, São Carlos.

GONÇALVES, R. **Impermeabilizantes são sim uma solução sustentável!** Disponível em: <<http://www.temsustentavel.com.br/impermeabilizantes-solucao-sustentavel/>>. Acesso em: janeiro de 2018.

GRANDISKI, Paulo. **Perícias em Edificações. Curso de Especialização em Engenharia de Avaliações de Bens e Perícias, Apostila CEDEMPT – Londrina, Maringá, 2001.**

JACQUES, E. **Mantas e impermeabilizantes ecológicos**. Disponível em: <<http://atitudesustentavel.com.br/blog/2013/11/25/mantas-e-impermeabilizantes-ecologicos/>>. Acesso em: fevereiro de 2018.

HELENE, Paulo. R.L. **Introdução da durabilidade no projeto das estruturas de concreto.** In: Workshop Durabilidade das Construções. Anais... São Leopoldo, 1997

ISAIA, C G. **IBRACON Concreto Ensino Pesquisa e Realizações.** 1ª Ed Vol 1 e 2. 2010 DISTRIBUIDORA CURITIBA DE PAPEIS E LIVROS.

IOSHIMOTO, E. **Incidência de Manifestações Patológicas em Edificações habitacionais:** São Paulo, 1988

JORDY, J. C. **Impermeabilização em planos horizontais, verticais e inclinados, com membranas de poliuretano, sem utilização de proteção mecânica.** 12º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 2003. 26p.

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

LAURO, D.C. **Infiltração em apartamento pode gerar dano moral.** 2011. Disponível em: < <http://www.conjur.com.br/2011-out-23/alem-dano-material-infiltracao-apartamento-gerar-dano-moral>>. Acesso em: março de 2018.

MAIA, J.L; PACHA, J.R.S. **Patologias das Estruturas de Concreto Armado com ênfase a Execução.** Belém: Centro Tecnológico do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará – Serviço Público Federal, 2005.

MANUAIS DE ESCOPO. **Membranas Asfálticas e suas aplicações.** 2015. Disponível em:< <http://www.manuaisdeescopo.com.br/News/2013/03/25/Membranas-Asfalticas-e-suas-aplicacoes>>. Acesso em: janeiro de 2018.

MORAES, M.B. **Estudo das trincas em paredes de alvenaria autoportante de tijolos e blocos de solo-cimento.** São Paulo, 1982. 82p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PADRO, H.R. **A indústria e o desenvolvimento sustentável.** Disponível em:< http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/148>. Acesso em: janeiro de 2018.

PELACANI, V.L. **Responsabilidade na Construção Civil.** .2010 Disponível em: < <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/mafinocchio/atividades-voluntarias/crea-pr/o-engenheiro-de-saber/caderno07.pdf>>. Acesso: maio de 2018.

PEREIRA, C. **Emulsão Asfáltica – Passo a passo da aplicação.** Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/emulsao-asfaltica/>>. Acesso em: abril de 2018.

PORCIÚNCULA, E.A **importância do projeto de impermeabilização.** 2017.Disponível em: < <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=137>> Acesso em: fevereiro de 2018.

PORTAL BRASIL. **Doenças crônicas não transmissíveis são a maior causa de morte no mundo.**2011. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/saude/2011/09/doencas-cronicas>-

nao-transmissíveis-são-a-maior-causa-de-morte-no-mundo-diz-oms> Acesso em: fevereiro de 2018.

PREFEITURA DE CRUZ MACHADO. **Ginásio Municipal Luis Otto recebe nova manta asfáltica aluminizada.** Disponível em: < <http://pmcm.pr.gov.br/ginasio-municipal-luis-otto-recebe-nova-manta-asfaltica-aluminizada/> > Acesso em: março de 2018.

REMÉDIO, J.A, SEIFARTH J. F.F, LOZANDO, J.J. (Editora Saraiva, 2000). **“Dano Moral”**. Editora Saraiva, 2000.

RESILAR. **Manta Asfáltica.** Disponível em: < <http://resilar.com.br/tiposdeservicos.html> > Acesso em: março de 2018.

RODRIGUES, R.M. et al. **Erros, diagnósticos e soluções de Impermeabilização na construção civil.** Interscientia, V.4, Nº2, 2016.

SIKATOP. **Revestimento impermeabilizante bicomponente semi-flexível.** Disponível em:< http://sitepressbr.com/site/up/119/pdf/sikatop_100.pdf. Acesso em: novembro 2017.

SILVA, C.E. **Argamassa Polimérica** 2014. Disponível em: <<http://ceosolucoesparaconstrucao.blogspot.com.br/2014/04/argamassa-polimerica.html>>. Acesso em: março de 2018.

SILVA, F.B. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil.** 2011. Disponível em: < <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/174/patologia-das-construcoes-uma-especialidade-na-engenharia-civil-285892-1.aspx>>. Acesso em: março de 2018.

SILVA, G. **Impermeabilizantes rígidos ou flexíveis: saiba especificar.** AECweb, 2015. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/impermeabilizantes-rigidos-ou-flexiveis-saiba-especificar_9614_0_1>. Acesso em: março de 2018.

SOUZA, M.F. **Patologias Ocasionaladas Pela Umidade Nas Edificações.** Trabalho de Conclusão de Curso.2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionaladas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>>. Acesso: fevereiro 2018.

STORTE, M. **Manifestações Patológicas na Impermeabilização de Estruturas de Concreto em Saneamento.** Disponível em:< <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=703>>. Acesso em: março de 2018.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações.** Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.
WONG, L.T. **A cost model for plumbing and drange systems Facilities,** 2002.

VIAPOL. **Viapol oferece produtos sustentáveis para telhados.** Disponível em:< <http://www.viapol.com.br/sobre-viapol/not%C3%ADcias/viapol-oferece-produtos-sustent%C3%A1veis-para-telhados/>>. Acesso em: dezembro 2017.

360° ARQUITETURA. **A influência da ambientação no conforto e bem-estar.**2016 Disponível em: < <http://360arquitetura.arq.br/category/blog/> /> Acesso em: fevereiro de 2018.