

**DIÊGO FERREIRA DE CASTRO**  
**GABRIELA APARECIDA XAVIER VIANA**

**ESTUDO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE  
COBERTURA DE EDIFICAÇÕES: TÉCNICAS E PATOLOGIAS.**

CARATINGA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
2015

**DIÊGO FERREIRA DE CASTRO**  
**GABRIELA APARECIDA XAVIER VIANA**

**ESTUDO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE  
COBERTURA DE EDIFICAÇÕES: TÉCNICAS E PATOLOGIAS.**

Monografia apresentada à banca examinadora do  
Curso de Engenharia Civil do Instituto de  
Educação e Tecnologia, como requisito parcial  
para a obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Civil.  
Orientador: Camila Silva

CARATINGA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
2015



## RESUMO

Uma das grandes falhas nas construções é a falta de impermeabilização, o que ocasiona diferentes problemas estruturais. Locais de climas úmidos com chuvas intensas são mais prejudiciais para a conservação das construções, pelo fato da água apresentar um percentual considerável como elemento de deterioração do material, ocasionando alterações químicas e físicas na construção, conhecidas atualmente como um dos maiores causadores de patologias, sendo assim, a impermeabilização faz-se necessária na construção pois realiza o trabalho de impedir a passagem indesejável de fluidos, vapores e água, podendo dirigi-los para local correto, prolongando a vida útil da construção, evitando a possível degradação do mesmo, aumentando a qualidade de vida dos usuários e evitando prejuízos financeiros. A partir dos fundamentos citados acima será feita uma pesquisa geral sobre os métodos impermeabilizantes, causa, aplicação, importância e as técnicas desenvolvidas e aprimoradas para que tais agressões sejam evitadas nas lajes de cobertura.

**Palavras-chave:** Construções, impermeabilização, degradação, agressões, lajes.

## **ABSTRACT**

One of the major shortcomings in buildings is the lack of sealing, which leads to different structural problems. Places of humid climates with heavy rainfall are more harmful to the conservation of buildings, because the water is considerable percentage as part of degradation of the material, causing physical and chemical changes in construction, currently known as one of the main causes of diseases, and thus, the sealing is necessary in construction as does the work to prevent the unwanted passage of fluids, vapors and water, which may direct them to the correct place, prolonging the life of the building, avoiding the possible degradation thereof, increasing quality of life for users and avoiding financial losses. From the foundations cited a general search above will be made on the waterproofing methods, cause, application, importance and developed and improved techniques for such attacks are avoided in the roof slabs.

**Keywords:** construction, waterproofing, degradation, abuse, slabs.

À Deus que nos criou e foi criativo nesta tarefa. Seu folego de vida em mim me foi sustento e me deu coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo e possibilidades.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele eu não teria traçado o meu caminho e feito a minha escolha pela engenharia.

Aos pais que doaram seu tempo para que efetiva-se a minha pesquisa, sem eles nada disso seria possível, eles foram a peça fundamental para a concretização do meu trabalho. A vocês expresso o meu maior agradecimento.

À minha orientadora Ms Camila, obrigada pelos ensinamentos, disposição em me orientar, sempre com carinho, dedicação, atenção e disciplina. Você é para mim um exemplo de profissional que ama o que faz e por isso, faz bem feito.

A minha irmã que acompanhou minhas lutas diárias incentivando-me a lutar, fazendo-me sempre acreditar que é possível vencer.

Ao meu marido Allan Felipe, por toda paciência, compreensão, carinho e amor, e por me ajudar muitas vezes a achar soluções quando elas pareciam não aparecer. Você foi a pessoa que compartilhou comigo os momentos de tristezas e alegrias. Além deste trabalho, dedico todo meu amor a você.

A todos os professores que são os maiores responsáveis pela conclusão desta etapa de minha vida, compartilhando a cada dia os seus conhecimentos conosco.

Aos meus colegas de turma que, além de se tornarem amigos me ensinaram a conviver com pessoas diferentes a mim.

Nesta hora de encerramento de uma etapa muito especial, em que a alegria por estar terminando se junta ao cansaço, torna-se difícil lembrar-me de todos os amigos e colegas que participaram comigo dessa jornada, mas de uma maneira muito sincera, agradeço a todos que de uma forma ou de outra colaboraram para a realização dessa monografia.

Gabriela Aparecida Xavier Viana

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Deus pois é dele que vem minhas força para que eu consiga alcançar meus objetivos.

Agradeço a minha mãe Francisca Magna de Castro, por estar ao meu lado, nós momentos mais difíceis acreditei que nunca iria conseguir superar mais ela estava la para me apoiar e me fazendo acreditar que eu sou implacável.

Agradeço ao meu pai Divino Ferreira dos Santo, por ter me ajudado sempre que eu precisei dele, me dando força e me apoiando nas minhas decisões .

Agradeço a minha querida noiva Thayane Lisboa Pereira, por ser meu anjo da guarda, por estar comigo nos momentos ruins e nos momentos bons, agradeço também a minha querida sogra Marlene de oliveira Lisboa que me ajudou e me deu muita força nessa luta, e agradeço também todos os professores que estiveram entre nós até a nossa formação acadêmica, agradeço também a minha amiga e companheira Gabriela Viana, por ter me ajudado muito com a conclusão do nosso curso. TCC.

Em fim a todos que direto ou indiretamente fizeram parte da minha formação acadêmica .

Diêgo Ferreira De Castro

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	11
CAPÍTULO I - IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE COBERTURAS .....	13
1.1 A IMPORTÂNCIA DO USO DA IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE COBERTURA .....	13
1.2 NORMALIZAÇÃO.....	19
1.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	21
1.3.1 Bolor .....	21
1.3.2. Corrosão .....	22
1.3.3. Ferrugem .....	23
1.3.4 Eflorescência .....	24
1.4. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO .....	24
1.4.1. Sistemas Rígidos.....	26
1.4.2. Sistemas Flexíveis.....	27
1.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	28
CAPÍTULO II – TIPOS DE LAJES USADAS EM COBERTURA .....	29
2.1. LAJES MACIÇAS .....	29
2.1.1. Lajes maciças Convencionais.....	29
2.1.2. Lajes maciças tipo cogumelo.....	30
2.1.3. Lajes maciças nervuradas .....	30
2.2. LAJES PRÉ-MOLDADAS.....	30
2.2.1. Lajes treliçadas com lajotas de cerâmicas .....	31
2.2.2. Lajes treliçadas com lajotas de isopor .....	31
2.2.3. Lajes de painéis treliçados .....	31
2.2.4. Lajes alveolares.....	32
2.3. IMPERMEABILIZANTES INDICADOS PARA OS TIPOS DE LAJES ..	32
2.3.1. Membrana Asfálticas .....	32



2.3.2. Membranas Acrílicas .....	33
2.3.3. Mantas asfálticas .....	33
2.3.4. Mantas de PVC.....	35
2.4. SOLUÇÕES A SEREM EMPREGADAS NOS PROBLEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE COBERTURA .....	36
2.5. A IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO .....	36
CAPÍTULO III – ESTUDO DE CASO .....	38
3.1. COLETA DE DADOS .....	38
3.2. DESCRIÇÕES DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS .....	38
3.3. POSSÍVEIS DIAGNÓSTICOS PARA PATOLOGIAS APRESENTADAS .....	42
CAPITULO IV - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	47
LISTA DE FIGURAS	
Figura 1 - Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em lajes de cobertura.....	15
Figura 2 - Porcentagem de investimentos nas edificações.....	17
Figura 3 - Longevidade dos Sistemas de Impermeabilização.....	26
Figura 4 - Parâmetros de ensaio para manta asfáltica. ....	34
Figura 5 - Mofo e Eflorescência .....	39
Figura 6 - Descascamento da tinta interna da parede .....	40
Figura 7 - Bolhas .....	41
Figura 8 - Mofo .....	42
Figura 9 - ilustra o bolor no interior da edificação. ....	55

Figura 10 - ilustra a corrosão das armaduras. ....	55
Figura 11 - ilustra a ferrugem nas armaduras.....	56
Figura 12 - apresenta laje maciça convencional.....	56
Figura 13 - laje tipo cogumelo.....	57
Figura 14 - laje maciça nervurada .....	57
Figura 15 - componentes da laje pré-moldada .....	58
Figura 16 - laje pré-moldada com lajotas de isopor .....	58
Figura 17 - laje pré-moldada alveolares.....	58
Figura 18 - Execução da membrana de asfalto a frio .....	58
Figura 19 - Execução da membrana de asfalto a quente .....	58
Figura 20 - Execução da membrana acrílica .....	58
Figura 21 - Execução da manta asfáltica.....	58
Figura 22 - fixação automática com parafusos e arruelas especiais. ....	58

## INTRODUÇÃO

Sistema de impermeabilização é aquele que protege a edificação contra as intempéries do meio em que está edificada, com objetivo de trazer durabilidade, conforto e saúde ao usuário, assim como proteção ao meio ambiente. Observando a relação entre impermeabilização e a proteção do meio ambiente é possível ressaltar a criação de coberturas verdes, podendo trazer as grandes cidades a recuperação do clima.

Nos dias atuais é notável no mercado uma busca pela máxima economia possível ao construir, onde na maioria das vezes são deixados de lado as técnicas de impermeabilização. Estas, por sua vez, são importantíssimas, principalmente se tratando de lajes de cobertura. Uma impermeabilização bem realizada garante a edificação durabilidade e aos usuários conforto, tornando o serviço de impermeabilização ao longo de tempo barato.

É necessário ressaltar que o desempenho técnico de um impermeabilização poderá apresentar problemas caso ocorra a ausência de um projeto específico ou então nos conhecimentos básicos no momento da execução. O processo de impermeabilização pode ser dito como o envelope do prédio, pois ele alcança desde o subsolo e fundações até fachadas e lajes de coberturas.

As inúmeras patologias geradas nas edificações ocorrem com maior frequência nas áreas úmidas, como é destacado nesse estudo, nas lajes de coberturas. Para uma melhor exemplificação um estudo de caso será realizado, mostrando as patologias decorrentes dos diversos fatores como, incorreta aplicação das técnicas ou ausência delas.

A construção civil se baseia em alguns aspectos como custos, prazos e qualidade. Mas a ação da água, quando não considerada em projeto, vem prejudicando o sucesso desses aspectos, pois ela se apresenta como um fator atuante de deterioração da estrutura devido a sua capacidade de percolação.

A falta de impermeabilização de uma laje de cobertura pode gerar corrosão da armadura e comprometimento da edificação, deslocamento do revestimento e da pintura e comprometimento das instalações elétricas prejudicando assim o desempenho da edificação.

Hoje no mercado existem diversos métodos e técnicas a serem executadas para combater o problema de umidade na estrutura, essa tarefa de escolher e

especificar o método adequado a cada situação, cabe ao engenheiro. Assim, este trabalho busca contribuir com a divulgação das informações técnicas necessárias a escolha do sistema de impermeabilização adequado às lajes de cobertura. Ressaltando que a correta impermeabilização proporciona proteção aos inúmeros elementos da obra e conforto aos usuários.

O trabalho em questão foi realizado a partir de problemas relacionados à falta de impermeabilização de lajes de cobertura, sendo este levantamento realizado através de informações que defendem a mesma tese, em conjunto com o meio técnico, que forneceu suporte para esclarecer qualquer dúvida. A estrutura do trabalho é dividida em capítulos, nestes, serão apresentados a importância do uso de impermeabilizantes, classificando-os; os tipos de laje de cobertura, problemas relacionados a falta de impermeabilização, normas que acompanham a realização de cada serviço, e o acompanhamento de um estudo de casos em que não houve impermeabilização da laje e conseqüentemente as patologias ocorridas.

O objetivo geral é apontar a importância da utilização dos produtos e técnicas de impermeabilização em lajes de cobertura e quais as conseqüências que podem ocorrer devida a falta do mesmo. O objetivo específico é fazer um estudo de um caso de forma particular, acentuando assim, os problemas causados pela falta do uso de um produto de impermeabilização na laje de cobertura.

## **CAPÍTULO I - IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE COBERTURAS**

### **1.1 A IMPORTÂNCIA DO USO DA IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE COBERTURA**

Existem diversas exigências para que uma habitação consiga o desempenho adequado, visando a satisfação do usuário. Segundo a ISO – Internacional Organization for Standardization ISO- Draft Proporsal (1979), um dos fatores que devem observados é o requisito habitabilidade por estar ligado ao conforto térmico, acústico, as condições de renovação de ar e da própria salubridade do ambiente.

De acordo com a NBR 12190/01 (ABNT, 2001), a impermeabilização é definida “como sendo a proteção das construções contra a passagem de fluidos”. O sucesso deste processo é importante para que não haja degradação dos materiais, principalmente para que não se perca a habitabilidade da edificação.

A importância da impermeabilização, de acordo com Venturini (2009), tem relevância no objetivo de proteger a edificação de inúmeros problemas patológicos que poderão surgir com a infiltração de água, integrada ao oxigênio e outros componentes agressivos da atmosfera (gases poluentes, chuva ácida, ozônio) já que, uma grande quantidade de materiais constituintes da construção civil, sofrem um processo de deterioração e degradação quando em presença dos meios agressivos da atmosfera.

Ainda segundo o autor, para que a impermeabilização exerça sua função corretamente é necessário cuidados com o teor de dosagem do concreto para última laje, pois, estes deveram ser diferentemente comparados com as lajes dos pavimentos anteriores. “Numa edificação um das principais preocupações é pela eficaz estanqueidade da cobertura, que todos os elementos do edifício é o que se encontra mais expostos a intempéries”

Desde o tempo que o homem primitivo se escondia das chuvas em cavernas, pôde perceber-se que a umidade penetrava na caverna tornando-a insalubre. Hoje, sabe-se que água é um dos principais agentes deterioradores das construções, e, portanto, assim como nos primórdios, busca-se impedir sua ação prejudicial por meio da impermeabilização. Segundo Picchi (1986), na Era romana, o material

impermeabilizante era a “albumina”, composto por clara de ovo, sangue, óleos, entre outros e tinha como função impermeabilizara saunas e aquedutos.

A impermeabilização é definida como o conjunto de técnicas construtivas que tem por objetivo proteger as construções contra a ação degradante de fluidos e da umidade, essa por sua vez toda vida foi uma preocupação ao homem.

Klein (2002) refere-se a impermeabilização como, a proteção contra a infiltração da água, importante para que não haja degradação dos materiais; os terraços são áreas muito sensíveis as condições ambientais de isolamento direta, agentes poluentes agressivos, deformações devido a carga de serviço, recalque de fundações, pelo próprio transito de pessoas.

Os sistemas de impermeabilização se destacam por serem executados através de conhecimentos empíricos e sem projetos especificados. Como o ramo da construção civil está crescendo consideravelmente as construtoras buscam o aperfeiçoamento de suas técnicas.

Picchi (1986) afirma que a impermeabilização é considerada um serviço especializado dentro da construção civil, sendo um setor que exige uma razoável experiência, no qual detalhes assumem um papel importante e onde a mínima falha, mesmo localizada, pode comprometer todo o serviço.

As intempéries são os principais fatores de degradação das construções, e como mencionado anteriormente, a água é o principal agente, devido sua facilidade de penetração e percolação.

É importante ressaltar que existem no mercado diversos materiais e sistemas utilizados na impermeabilização, mas não é possível identificar quais são os eficientes uma vez que, para sua utilização será necessária analisar as características do local a ser impermeabilizado, ou o tipo de patologia existente na edificação.

Segundo Arantes (2007), a água é a grande responsável por 85% dos problemas das edificações, assim a proteção das estruturas contra infiltrações de água é condição mínima necessária a qualquer edificação.

Devido a exposição direta das coberturas às variações de temperatura, se tornou necessário o uso de produtos de impermeabilização em lajes de cobertura. Existem diversos métodos para evitar o problema de infiltração, e podem ser eliminados a partir de um projeto sendo elaborado nas primeiras etapas do desenvolvimento da construção, onde os custos serão analisados e a aplicação do

sistema ideal de impermeabilização. A Figura 1 mostra um esquema das possíveis soluções para o problema.

Figura 1 - Esquema de soluções para problemas de impermeabilização em lajes de cobertura.



Fonte: [http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Geovane\\_Venturini\\_Righi\\_Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_Mestrado.pdf](http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Geovane_Venturini_Righi_Disserta%C3%A7%C3%A3o_de_Mestrado.pdf)

A água contribui claramente com o desgaste da edificação, quando não reservada no seu local ideal, se faz necessário proteger os sistemas prediais, pois esta pode causar danos ao concreto, na armadura, na madeira e também nas instalações elétricas. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, através da ABNT NBR 12190:01 Seleção da impermeabilização, a impermeabilização é definida “como sendo a proteção das construções contra a paisagem de fluidos.”

A falta de um projeto de impermeabilização ocasiona dificuldades na fiscalização dos serviços, se torna difícil indicar qual produto e qual técnica específica é indicada a tal situação. Alguns aspectos representam claramente o porquê do surgimento de patologias geradas pela falta de impermeabilização adequada:

- ausência de projeto;
- mão de obra desqualificada;
- uso de materiais inadequados;
- preparação inadequada da camada de regularização.

A ABNT NBR 9775:2010 “Impermeabilização – Seleção e projeto” estabelece exigências e recomendações quanto a seleção e projeto de impermeabilização, com intuito de objetivar os requisitos mínimos de proteção contra a passagem de fluidos, levando em consideração requisitos de salubridade, segurança e conforto do usuário, de forma a garantir a estanqueidade das partes construtivas.

Esta norma visa um trabalho integrado entre os profissionais que serão responsáveis pela qualidade da laje de cobertura, definindo o projeto de impermeabilização adequado e acompanhando sua execução na obra.

Polisseni (1993) afirma que a estrutura que compõe os terraços ou lajes de cobertura não podem ser projetadas nem executadas como se fossem uma das estruturas dos demais pavimentos visto que, ela ficará exposta ao tempo, sobre as ações diretas do meio ambiente.

O controle da execução da impermeabilização se faz primordial para a obtenção do desempenho máximo. Vale ressaltar que é necessário que ocorra uma fiscalização correta, feita não somente pela empresa aplicadora, mas também pelo responsável da obra, pois a falta do mesmo acarreta diversos problemas que são responsáveis por um elevado número de insucessos.

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

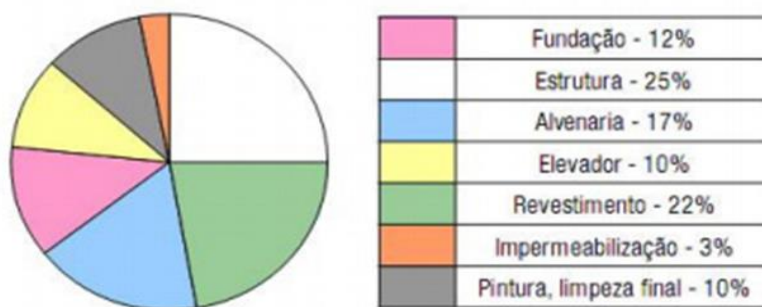
Antes do processo de impermeabilização, o engenheiro responsável pela obra deve observar os seguintes detalhes:

- examinar as mantas que serão aplicadas;
- conferir espessuras;
- examinar cuidadosamente o contra piso, analisando se está regularizado, firme sem falhas e com os grãos perfeitamente aderidos.



Em relação ao custo, a impermeabilização representa no custo total da obra de 1 a 3% como mostra o gráfico a seguir:

Figura 2 - Porcentagem de investimentos nas edificações.



Fonte: VEDACIT, 2009.

Uma impermeabilização realizada por profissionais especializados, e executada por uma mão de obra qualificada, traz a garantia de uma durabilidade prolongada a construção, tornando o custo da impermeabilização barata ao longo do tempo, pois assim, não será necessária manutenção e também evitará os incômodos com infiltrações, vazamentos, emboloramento, e menos ainda prejuízo financeiros.

Souza (2008) afirma que a umidade nas construções apresenta um dos problemas mais difíceis á serem corrigidos dentro da construção civil. Esta dificuldade está relacionada a complexidade dos fenômenos envolvidos e a falta de estudo e pesquisas.

Os sistemas de impermeabilização são executados acima das lajes de cobertura buscando compreender principalmente, o isolamento térmico, a proteção mecânica, e a impermeabilização propriamente dita, além de se dividir nos seguintes fatores, aderência a estrutura, quantidade e espessura da camada impermeabilizante, pressão e direção do fluxo d'água a ser contido, estudo da preparação e aplicação do produto.

Dinis (1997) refere-se que os sistemas impermeabilizantes existentes possuem diferenças de concepção, princípio de funcionamento, materiais, técnicas de aplicações entre outros.

É necessário analisar as solicitações a qual será submetido o impermeabilizante, por exemplo, alongamento, cisalhamento, esmagamento, punção, fendilhamento, arrancamento, deslizamento, empenamento, abrasão.

Existem diversas exigências para que uma habitação consiga o desempenho adequado, visando a satisfação do usuário. Segundo a ISO – International Organization for Standardization ISO- Draft Proposal (1979), um dos fatores que devem ser observados é o requisito habitabilidade por estar ligado ao conforto térmico, acústico, as condições de renovação de ar e da própria salubridade do ambiente.

A impermeabilização exerce a função de proteger a estrutura contra infiltrações da água, e o sucesso desse processo é importante para que não haja degradação dos materiais, principalmente para que não se perca a habitabilidade da edificação.

A importância da impermeabilização, tem relevância no objetivo de proteger a edificação de inúmeros problemas patológicos que poderão surgir com a infiltração de água, integrada ao oxigênio e outros componentes agressivos da atmosfera (gases poluentes, chuva ácida, ozônio) já que uma grande quantidade de materiais constituinte da construção civil sofrem um processo de deterioração e degradação quando em presença dos meios agressivos da atmosfera. Schalepfer e Cunha (2001) orientam que conforme o tipo da estrutura, sua rigidez, sua situação perante os fluxos d'água, dentre outros fatores, podem ser projetados diversos tipos de sistemas de impermeabilização.

Para que a impermeabilização exerça sua função corretamente é necessário cuidados com o teor de dosagem do concreto para última laje, pois estes deverão ser diferentemente comparado com as lajes dos pavimentos anteriores. De acordo com Venturini (2009) numa edificação um das principais preocupações é pela eficaz estanqueidade da cobertura, que todos os elementos do edifício é o que se encontra mais expostos a intempéries. A análise dos problemas relacionados com a falta de impermeabilização é abordada nesse trabalho a partir de conceitos obtidos em artigos que defendem o mesmo assunto, tal importância se faz necessária pelos incômodos e custos levados ao usuário.

## 1.2 NORMALIZAÇÃO

As normas técnicas são elaboradas por comissões de Estudos, que são compostas por produtores, construtores, engenheiros, arquitetos, tecnólogos, entidades de classe como o CREA Conselho Regional de Engenharia e Agronomia, e são supervisionadas pela ABNT. Todos os produtos devem ser fabricados de acordo com a normas, pois elas padronizam ensaios, resultados, critérios, etc.

Os projetos de impermeabilização devem seguir as diretrizes contidas na Norma NBR 9575/98 Projeto de Impermeabilização. O Brasil possui um conjunto de normas de impermeabilização do modelo prescritivo, sendo ele relativamente avançado, fazendo adequação a cada tipo de material, e prescreve exatamente as características químicas, físicas, etc.

Azevedo (1993) refere-se que o projeto de impermeabilização executado com o acompanhamento das normas contribui com vários benefícios:

- garantia ao usuário de que residirá num imóvel que suportará todos os tipos de solicitações que a estrutura irá sofrer;
- alternativa de impermeabilização para uma mesma área;
- melhor acompanhamento da equipe técnica durante as fases de aplicação detalhadas no projeto.

O projeto de impermeabilização baseado nas normas irá analisar, discriminar e especificar todas as metodologias adequadas trazendo o bom comportamento da impermeabilização, além de verificar os sistemas impermeáveis a serem aplicados. Pozzoli (1991) afirma que um grupo de pesquisadores liderados pela Kurt Baungart, ainda na década de 60, passou a trabalhar junto a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) com o objetivo de elaborar as normalizações necessárias.

O principal objetivo da normalização é conseguir que todos os materiais que a indústria lance no mercado sejam avaliados, a partir de um estudo técnico num centro de investigações, com a finalidade de definir sua utilização de forma correta, possibilitando ao fabricante conhecer as características reais do seu produto. Em 1975 foi criado o IBI Instituto Brasileiro de Impermeabilização, que realiza um papel predominante na divulgação das normas da ABNT.

Segundo Plá (2010), pode-se dizer que a impermeabilização é dentro da construção civil um serviço especializado; que todo engenheiro ou arquiteto deveria

ser capaz de especificar sistemas, selecionar materiais, contratar firmas aplicadoras e fiscalizar a execução dos serviços.

De acordo com a ABNT NBR11905:2003 Sistema de impermeabilização composto por cimento impermeabilizante e polímeros – Especificação, o fornecimento dos produtos deve ser em embalagens totalmente lacradas, e deve conter os seguintes dados:

- denominação comercial;
- finalidade;
- características e consumo;
- peso líquido;
- condições de armazenamento;
- prazo máximo de estocagem;
- data de fabricação.

As principais normas técnicas referentes à impermeabilização são:

Quadro 1 – Normas técnicas referentes à impermeabilização

NBR 9574/1986	Execução de impermeabilização Procedimento
NBR 9575/2003	Impermeabilização – Seleção e Projeto
NBR 9686/1986	Solução asfáltica empregada como material de imprimação na impermeabilização.
NBR 9952/1998	Manta asfáltica com armadura para impermeabilização - Requisitos e Métodos de Ensaio.
NBR 11905/1995	Sistema de impermeabilização composto por cimento impermeabilizante e polímeros
NBR 13321/1995	Membrana acrílica com armadura para impermeabilização - Especificação.
NBR 13532/1995	Elaboração de projetos de edificações -

	Arquitetura.
NBR 13724/1996	Membrana asfáltica para impermeabilização com estruturante, aplicada à quente.

Fonte: Acervo do autores

Sendo que algumas destas normas encontram-se em revisão.

### 1.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Nos tópicos seguintes, serão retratadas de maneira abreviada as principais manifestações patológicas decorrentes da infiltração e movimentação de água nas edificações. Patologias, por conseguinte que podem ser evitadas com a realização de um eficiente sistema de impermeabilização.

#### 1.3.1 Bolor

A umidade, o PH e a temperatura da superfície são fatores que podem influenciar no aumento e extensão do bolor. Os fungos filamentosos são micro-organismos que dependem de compostos orgânicos como fonte de alimento.

Conforme Yazigi (1998), o bolor ou emboloramento tem como característica o desenvolvimento de microorganismos pertencentes ao grupo de fungos.

Alguma das tais substancia podem ser encontradas na composição de materiais utilizados na construção civil, sendo que alguns sistemas de revestimentos podem abrigar e acarretar o desenvolvimento dos micro-organismos.

Trauzzola (1998) comenta que o desenvolvimento do bolor ou mofo, é um problema de grande importância econômica e uma ocorrência comum em áreas 60 tropicais. As alterações provocadas nas superfícies emboloradas exigem, muitas vezes, recuperação ou reaplicação de revestimentos.

É importante ressaltar que ambientes contaminados por bolor possuem altas concentrações de esporos (estruturas microscópicas de reprodução dispersas no

ar). Tais elementos são responsáveis pela manifestação dos processos alérgicos, o que resultará em diversos problemas de saúde, tornando o local insalubre.

Segundo Pinto (1996) as patologias de impermeabilização de uma forma geral apresentam-se com características próprias.

### **1.3.2. Corrosão**

A infiltração é a passagem da umidade da parte externa para a parte interna, através de trincas, que dará vez para que ocorra a corrosão da armadura, uma das mais comuns manifestações patológicas.

Helene (1992) define a corrosão das armaduras de concreto como um fenômeno de natureza eletroquímica que pode ser acelerado pela presença de agentes químicos externos ou internos ao concreto.

Estas trincas podem causar vazamentos ou agir como pontos de ruptura, de onde se originam quebras. Pode-se definir corrosão como a interação destrutiva de um material com o ambiente, seja por reação química, ou eletroquímica.

A corrosão nos traz como consequência, uma diminuição da seção de armadura e fissuração do concreto em direção paralela a esta (MOTA et al., 2009). O recobrimento das armaduras abaixo do recomendado também irá facilitar o contato com a umidade, gerando fissuras e conseqüentemente a corrosão da armadura.

Segundo Andrade (1992), a corrosão que atinge um elevado percentual das estruturas da construção civil, uma vez que os gastos despendidos para reparos e substituição de elementos estruturais em geral é estimado em aproximadamente 3,5% do Produto Nacional Bruto (PNB) de países em desenvolvimento.

Outros fatores também acarretará tal patologia:

- Concreto mal executado, acarretando elevada porosidade e fissuras de retração. Além da formação de nichos de concretagem, devido ao traço, vibração ou formas incorretos;
- Deficiência de cura do concreto, causando fissuras, porosidade excessiva e diminuição da resistência.

São dois os processos principais de corrosão que podem sofrer as armaduras de aço para concreto armado: a oxidação e a corrosão propriamente dita. Cuidados

na execução para garantir o cobrimento mínimo, garantindo a estanqueidade a partir de produtos impermeabilizantes podem evitar recuperações futuras com gastos consideráveis. Metha e Monteiro (1994) afirmam que a corrosão é perceptível por apresentar uma coloração marrom-avermelhada que, pode expandir 600% do volume original do metal e causar pressões que podem atingir valores de até 40 Mpa.

### **1.3.3. Ferrugem**

O mecanismo de corrosão do aço no concreto é eletroquímico, sendo que a maioria das reações corrosivas só ocorrem em presença de água ou ambiente úmido, esta corrosão irá contribuir para formação de óxidos/hidróxidos de ferro, que são produtos de corrosão avermelhados, pulverulentos e porosos, denominados ferrugem, e só ocorre devido a ação de agentes agressivos. A ferrugem é nome popular do óxido de ferro. Na formação da ferrugem, ocorre a oxidação do ferro e redução do oxigênio. Conforme Klein (1999) a qualidade da mão-de-obra favorece o surgimento de patologias.

A formação da ferrugem dá-se acompanhada do aumento de volume do ferro, que atingirá várias vezes sua espessura original, fazendo com que, a interface do concreto aderida ao ferro, se desprenda da armadura enferrujada e em expansão, acelerando a destruição do concreto armado. Perez (1985) afirma que, materiais de diferentes tipos nas fachadas e coberturas apresenta o problema de desgaste diferencial, pois cada um tem uma durabilidade específica e deste modo o envelope externo fica vulnerável.

O material do aço em contato com o oxigênio presente na água e no ar se oxida e desta reação surgem a ferrugem, que irá deteriorar aos poucos o material, propiciando riscos consideráveis a edificação.

Segundo Helene apud Silva, Pimentel e Barbosa (2003), os fenômenos patológicos geralmente apresentam manifestação externas características, a partir da qual se pode deduzir a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos.

### 1.3.4 Eflorescência

A eflorescência aparece quando a água consegue atravessar uma estrutura que contém sais solúveis, no entanto estes sais estão presentes nos tijolos, cimentos, na areia, na argamassa, e na cal. De acordo com Campos, Pascoal, Barbosa (2011), eflorescência é a formação de sais solúveis, que se depositam nas superfícies dos materiais, carregados do seu interior pela umidade que os atravessa formando manchas brancas, ou em outras situações aumentando o volume, na forma de estalactites.

Os evidentes contatos entre a umidade e os sais fazem aparecer bolhas, manchas e o descoramento da pintura. Quando as eflorescências estão entre o reboco e a parede, elas tendem a facilitar a subida da umidade, aumentando o deslocamento do reboco.

De acordo com Uemoto (1988), o termo eflorescência tem como significado a formação de depósito salino na superfície de alvenaria, isto sendo resultado da exposição de intempéries.

Para a resolução desse problema não basta apenas uma nova pintura, será necessário retirar o reboco antigo, verificar se não há vazamento na tubulação hidráulica, então a superfície deve ser limpa e o reboco refeito, mas com argamassa impermeabilizante evitando problemas futuros.

Conforme Uemoto (1985), caso a eflorescência ocorra em alvenaria externa de edificação recém-terminada, ela geralmente irá desaparecer sozinha. Isto porque ainda estão ocorrendo reações e também devido ao fato desta patologia possuir solubilidade em água, sumindo após a ação de chuvas.

## 1.4. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Os sistemas impermeabilizantes são o conjunto de materiais que, uma vez aplicados conferem um certo grau de impermeabilidade a estrutura.

As normas da ABNT contribuem para a especificação de materiais e métodos de ensaios para base de qualquer sistema de impermeabilização, mas ainda faltam normas para ampliar o conjunto de materiais e sistemas a serem avaliadas, assim como, normas que definam com maior percepção sobre aplicação, reforços,



números de demão, etc; normas de execução que incorporem cuidados necessários na aplicação, normas de projetos que indiquem os sistemas ideais a cada situação, e normas de controle. Para escolher o tipo de sistema impermeabilizante é necessário adquirir informações sobre a instabilidade, intempéries e cargas em movimento nas quais cada parte da estrutura está submetida.

Conforme Guedes (2004), fica estabelecido que os serviços de impermeabilização tem em mira realizar obra estanque, isto é, assegurar mediante emprego de materiais impermeáveis e de outras disposições, a perfeita proteção da construção contra a penetração de água.

O mercado atualmente disponibiliza variados produtos impermeabilizantes, cada um com sua maneira de preparação e aplicação, onde deve ser feito um estudo para saber qual tipo de impermeabilização utilizar nos componentes da obra. Após reconhecer a classificação dos impermeabilizantes, deve-se analisar o produto a ser utilizado, levando em consideração a qualidade do mesmo, através da importância do seu papel na obra, e da relação custo-benefício.

Os impermeabilizantes são utilizados em diversos locais da construção, tanto na parte estrutural como na vedação, e apresentam maior importância nas áreas molhadas, que geralmente ocasionam os principais problemas relacionados à umidade. As soluções que o mercado oferece são múltiplas, e podem atender as demandas da construção, suprimindo as necessidades específicas de cada obra.

Cada tipo de sistemas de impermeabilização possuirá uma longevidade, conceito esse adotado por Pirondi (1979), ele conseguiu formular valores de longevidade de cada produto através de sua experiência, que foi colhida na vivência prática com impermeabilizantes em obras ao longo dos anos.

Figura 3 - Longevidade dos Sistemas de Impermeabilização

<b>Materiais</b>	<b>Vida útil</b>	<b>Conceitos</b>
Argamassa rígida	0 a 25 anos	0 a 20
Feltro-asfáltico + asfaltos (com umidade relativa do ar entre 40% a 80%)	4 a 25 anos	3,2 a 20
Em umidade relativa abaixo de 40%	1 a 2 anos	0,8 a 1,6
Emulsões hidro-asfálticas	4 a 10 anos	3,2 a 8
Mantas Butulicas	25 a 50 anos	20 a 20
Mantas de PVC	3 a 10 anos	2,4 a 8

Fonte: Pironi (1979)

Dinis (1997 apud Moraes, 2002) declara que os sistemas de impermeabilização existentes possuem diferenças de concepção, princípio de funcionamento, materiais e técnicas de aplicação entre outros. Estas variações servem de base para diversas classificações, que podem auxiliar na compreensão e comparação dos sistemas existentes no mercado brasileiro.

De acordo com a NBR 9575/2003, os sistemas impermeabilizantes podem ser basicamente divididos em dois grupos: rígidos e flexíveis, que estão relacionados às partes construtivas sujeitas ou não a fissuração.

#### **1.4.1. Sistemas Rígidos**

Os impermeabilizantes rígidos são vendidos como argamassas industrializadas, produtos aditivos químicos para argamassa ou concreto. Esses produtos integram-se à estrutura protegida e, com uma cura adequada, apresentam baixa porosidade e grande estanqueidade. Podem ser encontrados, ainda, em forma de pinturas que formam um revestimento impermeável. De acordo com Klein (2002), os sistemas rígidos são aplicáveis em estruturas sujeitas a mínimas variações.

Sua aplicação é recomendada para as partes mais estáveis da edificação, ou seja, para estruturas que não se movimentam e não sofrem deformações. Estes são locais menos sujeitos ao aparecimento de trincas e fissuras, que poderiam comprometer a impermeabilização. A NBR 9575/2003 denomina impermeabilização

rígida como o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas não sujeita à fissuração.

Este tipo de sistemas compreende os seguintes produtos: argamassa com aditivo impermeabilizante, argamassa polimérica; concreto impermeável. Sistemas estes não indicados para lajes de cobertura, conseqüentemente não serão analisadas.

#### **1.4.2. Sistemas Flexíveis**

Há dois tipos básicos de sistemas flexíveis:

- Sistema Flexível moldado no local: membranas asfálticas, acrílicas, e revestimentos poliméricos.
- Sistema Flexível Pré-Fabricado: mantas asfálticas, mantas elastoméricas, Geomembranas PVC.

Segundo Cichinelli (2004) as membranas exigem um rígido controle da espessura e, conseqüentemente, da quantidade de produto aplicado por metro quadrado, sendo essa é uma falha que fica difícil de visualizar.

A elasticidade desses produtos faz com que eles sejam mais indicados para estruturas sujeitas a movimentações, vibrações, insolação e variações térmicas (dilatações e contrações). Portanto, são mais usados em lajes (térreo e cobertura), banheiros, cozinhas, terraços e reservatórios elevados. As coberturas são de um modo geral, as áreas das edificações que mais sofrem os efeitos do sol e da chuva, para esse caso será necessário aplicar uma membrana flexível, a qual conseguira acompanhar os esforços da estrutura.

Segundo KLEIN (2002), “os sistemas flexíveis são aplicáveis em estruturas sujeitas a variações térmicas diferenciadas ou grandes variações, cargas dinâmicas, recalques ou forte exposição solar.”

## 1.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

A partir das patologias citadas é possível concluir que, a água infiltrada nas superfícies e nas estruturas afeta o concreto, sua armadura e as alvenarias, causando o aparecimento de patologias, como, bolhas, ferrugem, mofo, entre outras.

Impermeabilizar não é só aplicar produtos químicos, visa obter 100% de estanqueidade. No próximo capítulo veremos os tipos de lajes usadas em coberturas de edificações:

## **CAPÍTULO II – TIPOS DE LAJES USADAS EM COBERTURA**

As lajes são estruturas laminares, planas feitas de concreto seja ele usinado ou não, são empregadas como cobertura, forro ou piso de uma edificação. As lajes aumentam o valor econômico do empreendimento, assim como a segurança, conforto, e isolamento acústico. As mais utilizadas em lajes de cobertura são feitas com concreto armado ou pré-moldadas, é necessário ressaltar que diversas vezes estas lajes ficam expostas a incidências de chuvas, sofrendo ainda com a ação do sol. Por esta razão é necessário a impermeabilização dessas áreas, para que estanque, e acompanhe as movimentações decorrentes, inclusive, das variações de temperatura. Como consequência irá surgir problemas no decorrer da vida útil da estrutura. Iremos abordar a seguir as lajes usadas em coberturas.

### **2.1. LAJES MACIÇAS**

De acordo com Fanca e Fusco (1997) laje maciça é aquela onde toda a espessura é composta por concreto e moldada in loco, ou seja, construída na obra com auxílio de formas, contendo armaduras longitudinais de flexão e eventualmente armaduras transversais, apoiada em vigas ou paredes ao longo das bordas. Os custos serão com as formas de escoramentos, e o tempo de execução será maior, propiciando um custo final alto e a laje será mais pesada. As lajes maciças se dividem:

#### **2.1.1. Lajes maciças Convencionais**

Sua forma é a mais simples e a mais utilizada. De acordo com Araújo (2014), as lajes convencionais são placas de espessura uniforme, apoiadas ao longo do seu contorno, sendo formada por uma superfície plana e lisa na parte inferior e superior. Os apoios podem ser constituídos por vigas ou por alvenarias. Figura 04 em anexo.

### **2.1.2. Lajes maciças tipo cogumelo**

Segundo Montoya et al (1991), essas lajes são apoiadas diretamente pelos pilares, ou seja não possuem vigas. Esse tipo de laje apresenta algumas vantagens: facilidade de execução, devido a forma e armação, redução de pé direito, facilita a passagem de tubulações, flexibiliza o arranjo de alvenarias e/ou divisórias, maior produtividade na obra, já que a laje é montada no nível horizontal, entre outras. No entanto ela apresenta como desvantagem, ausência de vigas tornando o sistema mais flexível, comprometendo estabilidade horizontal. A possibilidade de ruptura por punção, isto é, o pilar furar a laje e colapso progressivo deve ser cuidadosamente analisado. Figura 05 em anexo.

### **2.1.3. Lajes maciças nervuradas**

Uma laje nervurada é constituída por um conjunto de vigas que se cruzam, solidarizadas pela mesa. Esse elemento estrutural tem o comportamento intermediário entre o de laje maciça e o de grelha. Segundo a NBR 6118:2003, lajes nervuradas são "lajes moldadas no local ou com nervuras pré - moldadas, cuja zona de tração é constituída por nervuras entre as quais pode ser colocado material inerte". As evoluções arquitetônicas, que forçaram o aumento dos vãos, e o alto custo das formas tornaram as lajes maciças desfavoráveis economicamente, na maioria dos casos. Assim surgem, como uma das alternativas, as lajes nervuradas. Figura 06 laje nervurada em anexo.

## **2.2. LAJES PRÉ-MOLDADAS**

Segundo a NBR 14859-1(ABNT-2002) as lajes pré-moldadas são constituídas por vigas ou vigotas de concreto e blocos conhecidos como lajotas ou tabelas, geralmente elas já chegam prontas ou semi-prontas na obra. O conjunto é unido com uma camada de concreto, chamada de capa, lançada sobre as peças.

### **2.2.1. Lajes treliçadas com lajotas de cerâmicas**

A laje desse tipo receberá esse nome, quando o material de enchimento for as lajotas cerâmicas. Para sua montagem serão colocados pequenas vigotas de concreto com uma armadura superior em forma de treliça são colocadas lado a lado e o espaço entre elas é preenchido com lajotas cerâmicas, após a montagem será jogado o concreto dessa estrutura, fazendo com que o conjunto adquira resistência. Essas lajes são mais baratas e só conseguem vencer pequenos vãos, como ilustra a figura 07 em anexo.

### **2.2.2. Lajes treliçadas com lajotas de isopor**

Possui características favoráveis para utilização como elemento de enchimento de lajes, é leve e resistente. O isopor não serve de alimento a qualquer ser vivo inclusive micro-organismos, portanto, não favorece a presença de cupim, nem apodrece. Entretanto não se pode fazer furos na parte inferior dessas lajes, e para que ocorra a aderência do isopor e chapisco no acabamento, é necessário o uso de cola especial. Figura 08, ilustrada em anexo.

### **2.2.3. Lajes de painéis treliçados**

Também chamados mini-painéis, ou pré-lajes, são placas de concreto, pré-fabricadas, com armação treliçada, espessura de 3 cm e nas larguras de 25, 30 e 35 cm. Os painéis treliçados permitem a distribuição de armaduras positivas e negativas nas duas direções, o que possibilita distribuição de qualquer tipo alvenarias sobre a laje. Esse tipo de laje chega a ser até 30% mais cara do que a lajes com lajotas cerâmicas, mas apresentam uma qualidade melhor, mas mesmo assim ainda conseguem ser mais baratas comparadas as maciças. Suas características são: número de escoramentos reduzidos, transporte e montagem manual, acabamento apropriado para ficar aparente, possuem maior rigidez quando comparadas às equivalentes moldadas “in loco”, melhor absorção das cargas concentradas a que eventualmente as lajes estejam submetidas, eliminação das formas das lajes e redução substancial dos escoramentos.

#### **2.2.4. Lajes alveolares**

São usadas em grandes edificações, e são compostas por painéis de concreto com elevada resistência, cuja armadura é constituída por cabos de aço especiais, tracionados e ancorados no próprio concreto. Na Laje Alveolar, os painéis e eventualmente o aço, deverão ser recebidos e descarregados com auxílio de guindaste, ou pela grua da própria obra, simplificando o recebimento, estoque e manuseio do produto. Figura 10 em anexo.

### **2.3. IMPERMEABILIZANTES INDICADOS PARA OS TIPOS DE LAJES**

A laje é uma das partes mais importantes da edificação quando se trata de impermeabilização, porque além de servir de cobertura ela ainda pode sustentar jardins, piscinas, banheiros e por estes motivos precisa estar bem protegida contra umidade.

Os principais fatores que devem ser levados em consideração para que ocorra a impermeabilização são: pressão hidrostática, frequência de umidade, exposição ao sol, exposição a cargas, movimentação da base e extensão da aplicação (SABBATINI, 2006). Ao se impermeabilizar uma laje deve-se optar por um sistema flexível, a base de asfalto, pois como a laje se movimenta há maior possibilidade de ocorrer fissuras. Segundo com Angelo Dellore Filho, as mantas asfálticas são uma das formas mais eficientes de conter a água nas lajes, mas também é possível utilizar membranas e emulsões asfálticas. Abaixo será abobadado especificamente sobre os produtos de impermeabilizações flexíveis:

#### **2.3.1. Membrana Asfálticas**

Membranas são o conjunto impermeabilizante, moldado no local, com ou sem armadura, sendo materiais que usam como derivados o cimento asfáltico de petróleo. Existem dois modos de aplicação a quente ou a frio. A aplicação a frio é feita como se fosse uma pintura, com rolo, trincha ou escova, na primeira demão deve aplicar o produto sobre o substrato seco, já na segunda demão deve ser



aplicado em sentido cruzado em relação a primeira e, a seguir aplicar as demãos seguintes, aguardando os intervalos de secagem até atingir o consumo recomendado. A figura 10 em anexo mostra a aplicação a frio.

As membranas aplicadas a quente, requerem mão de obra especializada, pois é necessário o uso de uma caldeira. A figura 11 em anexo ilustra esse processo. Segundo Klein (2002) “quando a área é de pouca ventilação deve-se ter cuidado há utilizar produtos a quente porque possuem restrições na manipulação e quanto ao risco de fogo”. Figura 08 em anexo ilustra este processo.

Sabbatini (2006) afirma que as membranas asfálticas podem ser divididas em relação ao tipo de asfalto e apresentam-se em três tipos, emulsão asfáltica, asfalto oxidado, asfalto modificado com adição de polímero elastomérico.

### **2.3.2. Membranas Acrílicas**

São produzidas a base de resinas acrílicas dispersas, e são indicados para impermeabilização exposta de lajes de cobertura, marquises, telhados e outros.

Este tipo de impermeabilizante resiste a intempéries e a mudanças bruscas de temperaturas. Sua aplicação deve ser feita com duas demãos de argamassa polimérica em sentidos cruzados, sendo que após a primeira demão será colocado uma tela industrial de poliéster, e a superfície de aplicação deverá estar úmida para melhor aderência.

A membrana acrílica não depende de nenhuma proteção mecânica, ao menos que, o uso da laje de cobertura tiver tráfego acentuado de pessoas, assim, com a ausência de tal proteção ocorrerá a necessidade de periodicamente fazer uma reaplicação do produto. Figura 12 em anexo ilustra o processo.

### **2.3.3. Mantas asfálticas**

As mantas asfálticas possuem estruturação intermediária podendo ser divididas em fibras de vidro, poliéster, ou outras fibras, até mesmo naturais. Os asfaltos utilizados na composição das mantas são modificados com elastômeros, buscando maior durabilidade e elasticidade, sendo em geral protegidos nas partes

externas por membranas plásticas que facilitam o manuseio e estocagem dos rolos. Existem mantas asfálticas dos mais variados tipos, que dependem da sua composição, do estruturante interno, do acabamento externo e da sua espessura.

Segundo a NBR 9952/2007 os tipos de asfaltos utilizados nas mantas são: elastoméricas, plastoméricas e oxidado. Sendo que esta mesma norma, classifica as mantas asfálticas, em relação ao estruturante interno, que são eles: tela de poliéster, não tecido de poliéster, véu de fibra do vidro, filme de polietileno. O desempenho da manta também será associado a sua espessura, ou seja, quanto maior melhor será seu desempenho, que pode variar de 3 mm até 5 mm, ressaltando que, antes da execução deve ser aplicada uma demão de primer sobre a superfície, aguardando sua secagem. Processo ilustrado na figura 13 em anexo.

As mantas são classificadas conforme a NBR 9952 / 2007, tipos I, II, III E IV. O quadro apresenta os parâmetros de ensaio para mantas asfálticas.

Figura 4 - Parâmetros de ensaio para manta asfáltica.

VALORES MÍNIMOS			
CLASSE	Carga de ruptura (N) / 50mm de largura	Alongamento na ruptura (%)	Produto N x %
Classe 1	290	4	2.940
Classe 2	780	8	14.700
Classe 1 especial	-	-	19.400

Fonte: SILVA, Angelo Just da Costa. Impermeabilização. Recife, 2004.  
Disponível em:  
[http://www.tecomat.com.br/angelo/arquivos/imperm\\_aApostila\\_unicap.pdf](http://www.tecomat.com.br/angelo/arquivos/imperm_aApostila_unicap.pdf)

Segundo Venturini (2009) é de grande importância averiguar a boa aderência entre o substrato e a manta, evitando certos problemas que possam comprometer o desempenho adequado do sistema, assim como, observar as emendas e fazer um sobreposição 10 cm entre as mantas, neste caso elas serão executadas com a chama de maçarico a gás, asfalto aplicado a quente ou elastômero de especial de

poliuretano. Após sua aplicação, costuma-se executar uma camada de argamassa de cimento e areia para proteção mecânica da manta.

Após a colocação da manta deve ser feito um teste de estanqueidade com uma lâmina d'água, por 72 horas para que seja observado qualquer falha que tenha ocorrido.

#### **2.3.4. Mantas de PVC**

As mantas de PVC, segundo Cimino (2002), são geralmente utilizadas com espessuras finas, em torno de 1,2 mm e 1,5 mm, de modo que se tornam facilmente perfuradas, por esse motivo recomenda-se a preparação da base com uma camada de regularização e outra de proteção. Esta camada protetora é recomendada em todos os casos, podendo utilizar argamassa de cimento e areia com dosagem de 1:6, e no mínimo 15 mm de espessura, já para a camada inferior pode ser feita com betume asfáltico, feltros, etc.

A fixação das mantas de PVC, ocorrem com a execução de parafusos e arruelas especiais, já as emendas são feitas como equipamentos de termofusão Silva e Oliveira (2006), que utilizam controle de temperatura e velocidade de deslocamento, de tal forma que garantem uniformidade e qualidade da solda, a figura 14 ilustra esse processo. Estas mantas são produtos flexíveis, do tipo pré-moldadas e compostas por duas lâminas de PVC com uma tela trançada de poliéster, sendo parecidas com um carpete de borracha e utilizadas em locais propícios a água independente do formato do local.

De acordo com Arantes (2007), um ponto de vista a ser observado quanto a desvantagem é que por esse produto ser um sistema flutuante, eventuais infiltrações são difíceis de serem localizadas, ocorre a necessidade de um substrato regularizado, e exige mão de obra especializada. Já as vantagens sucedidas, é que não precisa de proteção mecânica devido á dureza superficial, possui rápida aplicação e são executadas somente uma vez, assim como, diminuição de funcionários.

## 2.4. SOLUÇÕES A SEREM EMPREGADAS NOS PROBLEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE COBERTURA

Para resolver o problema relacionado a impermeabilização da laje de cobertura, é necessário certificar-se do local e do tamanho que o problema proporcionou, se houve desgaste parcial ou degradação total do sistema existente. (Venturini, 2009)

De acordo com o autor, a partir da localização, a alternativa será fazer a reimpermeabilização total do local, devendo ser utilizado algum sistema flexível. Neste caso, tanto as membranas asfálticas, acrílicas ou mantas asfálticas resolverão o problema. Se a laje tiver uma grande área, sem cortes e intervenções, a melhor opção será a manta, pois a execução é rápida e oferece melhor garantia em termos de qualidade. Do contrário, se a área em questão apresentar muitos detalhes e recortes, a solução será o uso de membranas moldadas in loco, pois este sistema apresenta maior curvatura e conseqüentemente fácil execução.

Uma solução muito utilizada tem sido a aplicação da membrana acrílica sobre o revestimento cerâmico da laje, dando aparência de um piso cimentado, a desvantagem desse sistema é que não haverá uma camada de proteção da membrana, nesse caso ocorrerá a necessidade de realizar este procedimento periodicamente.

## 2.5. A IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

O projeto de impermeabilização pode ser definido como a técnica que consiste na aplicação de produtos específicos com o objetivo de proteger as diversas áreas de um imóvel contra a ação de águas que podem vir da chuva ou de outras origens. Como tudo em construção civil, a impermeabilização também deve ser planejada para reduzir o custo e aumentar a eficiência. Este por sua vez deve ser analisado e projetado por um especialista, pois o sistema tem que se adequar com todos os projetos que envolvem uma construção, evitando assim, interferências que venham a interromper o desempenho da mesma. A ausência de um projeto de

impermeabilização pode gerar o comprometimento a durabilidade da edificação, assim como, prejuízos financeiro e danos à saúde de proprietário.

Devido aos altos índices de manifestações patológicas que vêm ocorrendo nas edificações busca-se, cada vez mais, a garantia e o controle da qualidade em todo o processo construtivo, e conseqüentemente a busca por projetos específicos de impermeabilização. Segundo KLEIN (2002), “o projeto de impermeabilização deve ser desenvolvido conjuntamente com projeto geral e os projetos setoriais, de modo a serem previstas as correspondentes especificações em termos de dimensões, cargas, ensaios e detalhes.”

## **CAPÍTULO III – ESTUDO DE CASO**

A finalidade deste estudo de caso é retratar as manifestações patológicas que ocorrem nas lajes de cobertura, devido à falta de impermeabilização ou à má realização do processo, pois com o avanço considerável no mercado da construção civil, a preocupação com a qualidade aumentou. O Engenheiro responsável não autorizou a identificação da obra.

### **3.1. COLETA DE DADOS**

Foi realizada um visita in loco, no qual foram efetuadas fotografias e anotações, para levantamento de dados das manifestações patológicas encontradas. A edificação apresentou diversos problemas, dentre eles podemos destacar: bolor, descascamento do revestimento, eflorescência, goteiras, entre outros.

### **3.2. DESCRIÇÕES DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS**

#### **Eflorescência**

A eflorescência são manchas esbranquiçadas que possui capacidade de alteração da aparência do elemento onde ela se deposita, e conseqüentemente causar a degradação do mesmo. A figura 3 apresenta as patologias.

Figura 5 - Mofo e Eflorescência

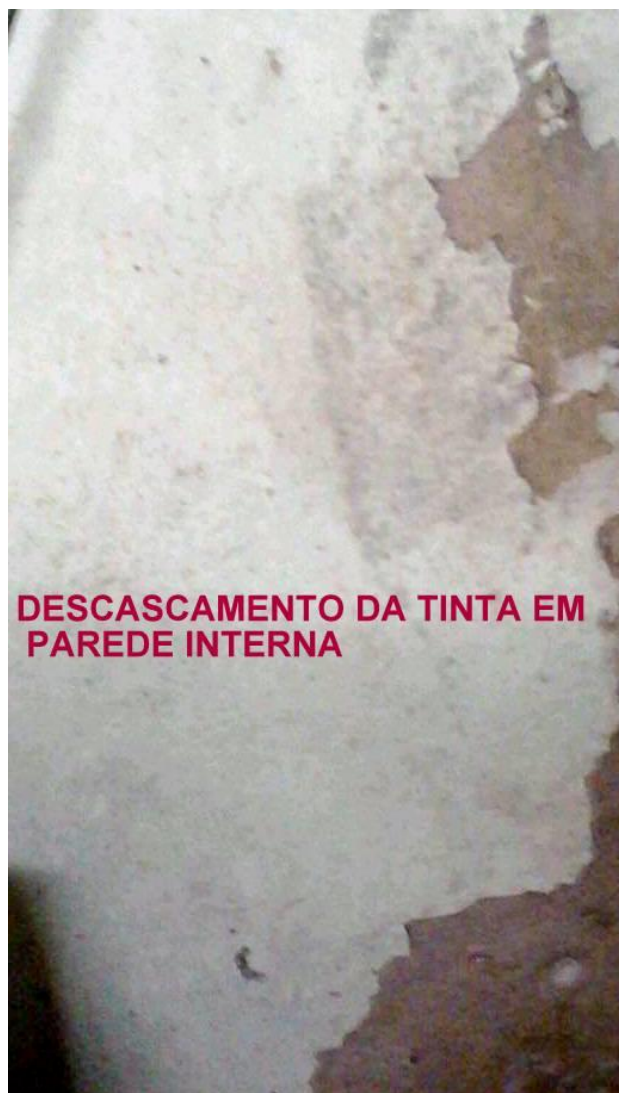


Fonte: Acervo dos autores

#### Descascamento da tinta interna da parede

Como mostra a figura 4, observa-se o descascamento da tinta interna da parede, da laje de cobertura, proveniente da infiltração, gerando a umidade, que por sua vez é conduzida por capilaridade, por água da chuva, vazamento em redes hidráulicas.

Figura 6 - Descascamento da tinta interna da parede



Fonte: Acervo dos autores

## Bolhas

As causas do surgimento das bolhas estão diretamente relacionadas às bolhas, umidade na superfície causada por chuvas, paredes contendo umidade interna, falta de impermeabilização ou má realização do processo. A figura 5 mostra a manifestação patológica proveniente desse processo.



Figura 7 - Bolhas



Fonte: Acervo dos autores

### Mofo

E notável a presença do mofo, pois este se prolifera com facilidade em paredes expostas a umidades, e que geralmente não tem contato com a luz. Essa umidade pode ser proveniente de erros construtivos, ou a umidade interna da

parede adquirida pela capilaridade, assim como por erro ou falta de impermeabilização. A figura 6 representa o mofo da parede interna.

Figura 8 - Mofo



Fonte: Acervo dos autores

### 3.3. POSSÍVEIS DIAGNÓSTICOS PARA PATOLOGIAS APRESENTADAS

Discussão sobre os resultados

Sendo a laje de cobertura uma laje nova, ou seja, com execução recente alguns problemas foram constatados, outros não devido ao seu tempo de uso, e a rápida manutenção do mesmo. O objetivo desse estudo é fornecer possíveis informações quanto a importância de impermeabilizar lajes, e também será apresentado a seguir algumas informações que poderão ser utilizadas em algumas situações para possíveis prevenções de patologias assim como diagnósticos da mesma:

### Formação de salinas

De acordo com o texto abordado no capítulo 01, a formação de salinas (eflorescência) são manchas provocadas pelo acúmulo de sais brancos no reboco. Segundo KELIN (2002), esta patologia pode ter como resolução a eliminação total da camada de reboco, no entanto será necessário descobrir por onde a infiltração conseguiu se deslocar. Após a secagem total da superfície, será aplicado o produto impermeabilizante adequado para área e só então poderá ser dado o início do serviço de pintura.

### Descascamento da tinta interna da parede

Durante o processo de preparação e pintura é de fundamental importância seguir exatamente as recomendações sobre a preparação básica das superfícies, pois ele poderá como consequência gerar o aparecimento de diversas patologias e correm o risco de retornar se o procedimento para sua correção não for devidamente seguido. Segundo ILIESCU, (2007) é necessário verificar as características do substrato e da superfície de aplicação quanto a lisura, porosidade, umidade. Para corrigir o descascamento recomenda-se raspar ou escovar a superfície até a remoção total das partes soltas ou mal aderidas. Ressaltando que, de acordo com as possíveis informações colhidas neste trabalho, para que não venha a ocorrer a patologia novamente será necessário a aplicação de impermeabilizantes sobre a superfície.

## Bolhas

Segundo Leticia (2009), a correção dos locais com bolhas deve ser realizada removendo todas as bolhas ou manchas, partes soltas e mal aderidas com uso de espátula, escova de aço e lixa. Em seguida aplica-se um fundo preparador para paredes à base de água, e após sua secagem, deve-se nivelar a superfície com massa acrílica (áreas externas ou molháveis) ou massa corrida (áreas secas) e refazer a pintura.

## Mofo

De acordo com Leticia (2009), para se retirar o mofo das paredes, antes devem ser verificados vazamentos ou infiltrações. Se não houver, deve ser retirada a camada de pintura e passado um produto selador. Após a secagem, deve ser refeita a pintura. Já em casos mais leves, a área com mofo deve ser limpa com produtos desinfetantes, que evitem a proliferação destes fungos novamente no local.

## **CAPITULO IV - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A execução de um projeto de impermeabilização é um dos principais parâmetros para a construção civil, uma vez que a boa execução desse projeto garante a durabilidade de uma edificação, protegendo-a contra as ações agressivas da natureza.

Na maioria das vezes o projeto de impermeabilização é renegado pelo cliente por se pensar que aumenta o custo da obra, desconsiderando sua relevância na mesma, porém quando não executado acarreta a necessidade de reparos em curto tempo, sendo necessários gastos extras com reparos e reformas posteriores a conclusão da obra. Devido ao desconforto gerado e custos extras se torna compensatório um projeto de impermeabilização, como já observado por PLÁ (2010). Segundo ele o custo de uma impermeabilização na construção civil, representa em média de 1 a 3% do custo total da obra, em contra partida o custo da reimpermeabilização fica em torno de 4 a 7% a mais, pois envolve gastos com a execução de reparos, além de consequências patológicas, depreciação patrimonial e outros transtornos.

Um dos maiores problemas enfrentados pelos profissionais da construção civil é a ação da água, principalmente por sua capacidade de percolação. É de grande importância que o profissional tenha conhecimento do mecanismo de infiltração da água na construção, para que possa identificar a melhor solução e consequentemente executar corretamente o serviço, evitando assim o surgimento de patologias.

Para obter uma boa execução de um projeto de impermeabilização deve se ter como base as diretrizes da NBR 9574:2008 e da NBR 9575:2010, o que não ocorre quando a edificação é executada por profissionais não qualificados. Sendo assim a execução deve ser feita por profissionais capacitados, de forma a evitar o surgimento de patologias e reparos, que causarão transtornos ao proprietário.

Nesse contexto a conscientização ao cliente em relação ao custo benefício da impermeabilização aparece como um desafio a ser superado. Outro ponto a ser levado em consideração para o sucesso da obra é a fiscalização durante e após a conclusão do projeto. Pois um rigoroso controle da execução da impermeabilização é fundamental para seu bom desempenho. Contudo durante o transcorrer da obra deve se verificar a preparação da estrutura para receber a impermeabilização está

sendo bem executada, se o material aplicado está dentro das especificações no que diz respeito a qualidade, características técnicas, espessura, consumo, tempo de secagem, sobreposição, arremates, teste de estanqueidade, métodos de aplicação, etc. No entanto segundo Plá (2010), essa fiscalização deve ser feita pela empresa aplicadora e também pelos responsáveis da realização da edificação.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANAIS DO 54º CONGRESSO BRASILEIRO DE CONCRETO. *Corrosão de Armadura em Estruturas de Concreto Armado devido ao Ataque de Íons Cloreto*. Disponível em: <http://www.vieiramota.com.br/corrosao-0880.pdf>. Acesso em: 30 de agosto de 2015.

ANDRADE, M. C. P. Manual para diagnostico de obras deterioradas por corrosão de armaduras. 1 ed. PINI. São Paulo, 1992. Disponível em: <http://www.vieiramota.com.br/arq/artigos/corrosao-0880.pdf>

ANTONELLI, G.R.; CARASEK, H.; CASCUDO O. *Levantamento das manifestações patológicas de lajes impermeabilizadas em edifícios habitados de Goiânia-Go*. IX Encontro Nacional do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu. 2002.

ANTUNES, B. *Construção estanque*. Construção e Mercado, São Paulo, n. 39,, out. 2004.

ARANTES, Y.K. *Uma visão geral sobre impermeabilização na construção civil*. 2007. 67f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO. *Impermeabilização sem segredos*. São Paulo: Editora Abril, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS – ABNT. *Materiais e sistemas utilizados em impermeabilização – NBR 8083*. Rio de Janeiro, 1983.

\_\_\_\_\_. NBR 9575 - *Impermeabilização - Seleção e projeto*. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. NBR 9952 – *Manta asfáltica para impermeabilização*. São Paulo, 2007.

\_\_\_\_\_. NBR 9574 – *Execução de impermeabilização*. São Paulo, 2008.

\_\_\_\_\_. NBR 12170 – *Potabilidade da água aplicável em sistema de impermeabilização*. São Paulo, 1992.

ALMEIDA, R. *Manifestações patológicas em prédio escolar: Uma análise qualitativa e quantitativa*. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSM, Santa Maria, 2008.

AZEVEDO, S.L.; GUERRA, F.L. Considerações sobre patologias e restaurações de edifícios. *Téchne*, São Paulo, n.144, p. 42-45, mar 2009. Disponível em: [http://w3.ufsm.br/ppgec/wpcontent/uploads/Geovane\\_Venturini\\_Righi\\_Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_Mestrado.pdf](http://w3.ufsm.br/ppgec/wpcontent/uploads/Geovane_Venturini_Righi_Disserta%C3%A7%C3%A3o_de_Mestrado.pdf)

BOLETIM TÉCNICO. *Impermeabilizante - Membrana Acrílica*. Disponível em: <http://citimat.com/pdf/IsoprenBranco.pdf>. Acesso em: 5 de outubro de 2015.

CAMPOS, Pascoal Barbosa. *Impermeabilização de lajes com uso de manta asfáltica*. Governador Valadares–MG, 2011.

CANAL DO ENGENHEIRO. *Laje Nervurada – Leitura De Projetos*. Disponível em: <http://www.canaldoengenheiro.com/laje-nervurada-leitura-de-projetos/>. Acesso em: 10 de novembro de 2015.

CICHINELLI, G. A evolução das membranas moldadas in loco. *Téchne*, São Paulo, n.87, p 32-34, jun.2004, Disponível em: [http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Geovane\\_Venturini\\_Righi\\_Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_Mestrado.pdf](http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Geovane_Venturini_Righi_Disserta%C3%A7%C3%A3o_de_Mestrado.pdf)

CONCREFATO. *Lajes treliçadas e convencionais com EPS (isopor) ou lajotas cerâmicas*. Disponível em: <http://www.concrefato.com.br/lajes.htm>. Acesso em: 30 de agosto de 2015.



DINIS, Henrique. A impermeabilização e o usuário - Proposta para classificação dos sistemas impermeabilizantes, segundo suas características físico-mecânicas e de aderência ao substrato. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO , 7 ., São Paulo, novembro de 1997, p. 224-235.

ECIVIL. *Corrosão de Armaduras.* Disponível em: [http://www.ecivilnet.com/artigos/corrosao\\_de\\_armaduras.htm](http://www.ecivilnet.com/artigos/corrosao_de_armaduras.htm). Acesso em: 10 de novembro de 2015.

FAZFÁCIL. *Laje.* Disponível em: <http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/construcao/laje/> Acesso em: 10 de novembro de 2015.

GRANATO, José Eduardo. *Sistemas de impermeabilização de Poliuretano expostos às intempéries e sujeito a transito de pessoas ou veículos.* Disponível em: <http://www.casadagua.com/wp-content/uploads/2014/02/PAP-019-SS04.pdf>. Acesso em: 15 de setembro de 2015.

GUARIZO, Ednilson Antonio. *Impermeabilização Flexível.* Itatiba, 2008. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1267.pdf>. Acesso em: 15 de setembro de 2015.

GUEDES, Milber Fernandes. Caderno de encargos. 4 ed. São Paulo: Pinl LTDA, 2004, P.736. Disponível em: [http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/tcc-titulos/2009/Analise\\_e\\_Tratamento\\_das\\_Manifestacoes\\_Patologicas\\_por\\_Infiltracao\\_em\\_Edificacoes.pdf](http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/tcc-titulos/2009/Analise_e_Tratamento_das_Manifestacoes_Patologicas_por_Infiltracao_em_Edificacoes.pdf)

GUERRA, Fernanda Lamego. *Bolor nas paredes pode causar danos às estruturas das edificações.* Disponível em: [http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/bolor-nas-paredes-pode-causar-danos-as-estruturas-das-edificacoes\\_7490\\_0\\_1](http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/bolor-nas-paredes-pode-causar-danos-as-estruturas-das-edificacoes_7490_0_1). Acesso em: 15 de setembro de 2015.

HELENE, P. R. L. Manual Prático para reparo e Reforço de Estruturas de concreto. Editora PINI. São Paulo, 1992. Disponível em: <http://www.vieiramota.com.br/arq/artigos/corrosao-0880.pdf>

HUNEMEIER, Sidney João. *Estudo de patologias em edificações de interesse social do Vale do Taquari/RS*. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/644/1/2014SidineiJoaoHunemeier.pdf>. Acesso em: 10 de novembro de 2015.

ILIESCU, Marcelo. Patologia das pinturas. Disponível em: [www.iliescu.com.br/palestras/patologiaerecuperacaodaspinturas](http://www.iliescu.com.br/palestras/patologiaerecuperacaodaspinturas). Acesso em: 19 julho de 2015

KELIN, Claudio Roberto de Moraes. Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamentos dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2708/000375437.pdf?...1>. Acesso em 05 de outubro de 2015

LETÍCIA, Júnia. Eliminação de mofo. Guia de obra. Minas Gerais, ago. 2009

LWART - Manual técnico de impermeabilização. Disponível em: <http://www.lwart.com.br/>. Acesso em 20 de dezembro de 2015.

MANUAL TECNICO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS. 6ª edição. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-sobre-impermeabilizacao>. Acesso em: 30 de agosto de 2015.

METHA, P. K.; MONTEIRO, P.J.M. Concreto: Estrutura, propriedades e materiais. 2.ed. São Paulo. Ed. PINI, 1994. Disponível em: <http://www.vieiramota.com.br/arq/artigos/corrosao-0880.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2015.

OLIVARE, Giorgio. *Patologia em Edificações*. São Paulo, 2003. Disponível em: <http://engenharia.anhembibr/tcc-03/civil-01.pdf>- Acesso em: 5 de outubro de 2015.

PEREZ, A.R. Umidade nas edificações: recomendações para prevenção de penetração de água nas fachadas. *Tecnologia de Edificações*, São Paulo. PINI, IPT, INSTITUTO DE PESQUISAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, COLETÂNEA DE TRABALHOS DA DIV. DE EDIFICAÇÕES DO IPT. 1998.p.571-78. Disponível

em: <http://especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionalizadas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>. Acesso em 20 de Novembro de 2015

PEZZOLO, Virginia. *Impermeabilização com manta asfáltica*. Disponível em: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/127/artigo64518-1.asp](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/127/artigo64518-1.asp) . Acesso em: 5 de outubro de 2015.

PICCHI, Flavio Augusto. *Impermeabilização de coberturas*. São Paulo. Pin1, 1986. Disponível

em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2708/000375437.pdf?...1>.

Acesso em 10 de novembro de 2015

PINTO, J.A.N. *Patologias de Impermeabilização*. Santa Maria: Multipress, 1996. 270 p. Disponível em: [http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Geovane\\_Venturini\\_Righi\\_Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_Mestrado.pdf](http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Geovane_Venturini_Righi_Disserta%C3%A7%C3%A3o_de_Mestrado.pdf). Acesso em 03 de outubro de 2015.

PIRONDI, Zeno. *Manual Prático de Impermeabilização*. SBR- EDITOR E ARTE GRÁFICA LTDA. São Paulo, 1979. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1267.pdf>. Acesso em 04 de agosto de 2015.

POLISSENE, Antônio Eduardo. *Lajes de Coberturas dos Edifícios: interação, entre a qualidade do concreto e o sub-sistema Estrutura portante e o sub-sistema Impermeabilização*. Simpósio brasileiro de impermeabilização.

POZZOLI, Impermeabilização - Relatório Especial: as primeiras obras de impermeabilização. Informe Técnico, O Empreiteiro, ago. 1991, p.37-38. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2708/000375437.pdf?...1>.

Acesso em 12 de novembro de 2015.

REVISTA ROTOMIXBRASIL. *As lajes nervuradas e os tipos de aplicação*. Publicado em: 26 de agosto de 2013. Disponível em: <http://www.rotomixbrasil.com.br/as-lajes-nervuradas-e-os-tipos-de-aplicacao/>. Acesso em: 30 de agosto de 2015.

RIGHI, Geovane Venturini. *Estudo Dos Sistemas De Impermeabilização: Patologias, Prevenções E Correções – Análise De Casos* Dissertação De Mestrado. Santa Maria - RS, 2009. Disponível em: [http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Geovane\\_Venturini\\_Righi\\_Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_Mestrado.pdf](http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Geovane_Venturini_Righi_Disserta%C3%A7%C3%A3o_de_Mestrado.pdf) Acesso em: 5 de outubro de 2015.

SABBATINI F. et al. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica da USP. Impermeabilização - Sistemas de Execução. São Paulo, (2006). 20p.

SCHLAEPFER, C. Bernado R., Cunha, Roberto Da. Impermeabilização e recuperação estrutural. Rio de Janeiro. Sika do Brasil S/A 2001. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2708/000375437.pdf?...1>. Acesso em 5 de outubro de 2015.

SILVA, Angelo Just da Costa. Impermeabilização. Recife, 2004. Disponível em: [http://www.tecomat.com.br/angelo/arquivos/imperm\\_aApostila\\_unicap.pdf](http://www.tecomat.com.br/angelo/arquivos/imperm_aApostila_unicap.pdf). Acesso em 20 de agosto de 2015.

SILVA, Danilo de Oliveira da e OLIVEIRA, Paulo Sérgio F. *Impermeabilização com mantas de PVC*. Disponível em: [www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/111/artigo22902-5.asp](http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/111/artigo22902-5.asp). Acesso em: 30 de agosto de 2015.

SILVA, Lucas Pergher. *Estudo comparativo entre lajes nervuradas e maciças em função dos vãos entre apoios*. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28581/000769185.pdf?sequence=1> Acesso em: 5 de outubro de 2015.

SONATA, Adian. *Patologia das estruturas, piso concreto e revestimentos*. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/Thiagooooo/patologia-das-estruturas-piso-concreto-e-revestimentos>. Acesso em: 30 de agosto de 2015.

SOUZA, M.F. *Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações*. 2008. 64f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

TRAUZZOLA, N.M. *A patologia nas edificações ocasionadas por infiltrações - estudo de caso*. 1998. 81p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Instituto Mackenzie, São Paulo, 1998. Disponível em: [http://w3.ufsm.br/ppgec/wpcontent/uploads/Geovane\\_Venturini\\_Righi\\_Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_Mestrado.pdf](http://w3.ufsm.br/ppgec/wpcontent/uploads/Geovane_Venturini_Righi_Disserta%C3%A7%C3%A3o_de_Mestrado.pdf). Acesso em 30 de agosto de 2015.

TJLECO. *Como funciona a laje de cobertura pré-moldada*. Disponível em: <http://www.tjleco.com.br/como-funcionam-a-laje-de-cobertura-pre-moldada/> Acesso em: 27 de outubro de 2015.

UEMOTO, K.L. *Patologia: Danos causados por eflorescência*. Tecnologia de edificações, São Paulo. PINI, IPT, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, COLETÂNEA DE TRABALHOS DA DIV. DE EDIFICAÇÕES DO IPT. 1998.p. 561-64. Disponível em: <http://especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionaladas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>. Acesso em 25 de outubro de 2015.

VEDACIT – *Manual técnico de impermeabilização de estruturas*. 4º Edição. Disponível em: <http://www.vedacit.com.br>. Acesso em 15 de setembro de 2015.

VENTURINI, Geovane Righi. *Estudo de sistema de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos*. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2009.

YAZIGI, W. A. Técnica de edificar. São Paulo: Pini, SIDUSCON-SP, 1998.

Disponível

em: <http://www.pergamum.univale.br/pergamum/tcc/Impermeabilizacaodelajescomusodemantaasfalticaestudodecasonotratamentodeinfiltracaoemlajedecobertura.pdf>.

Acesso em 16 de setembro de 2015.

ZENO, Pirondine. *Manual Prático Da Impermeabilização E De Isolação Térmica*.

IBI/PINI, São Paulo, 1988.

**ANEXOS**

Figura 9 - ilustra o bolor no interior da edificação.



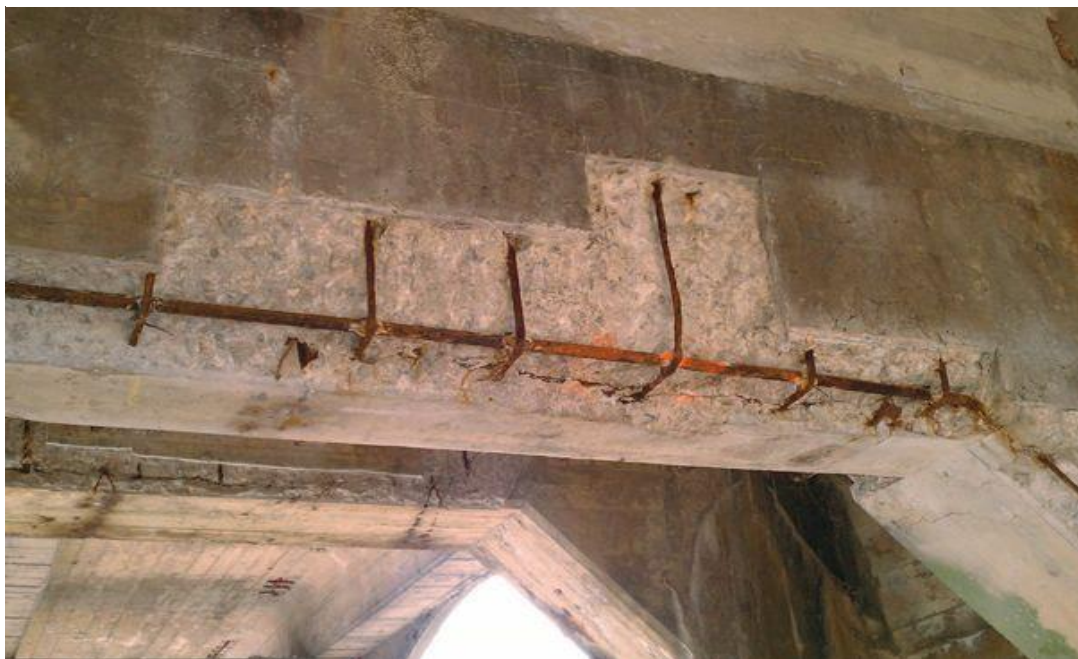
Disponível em: <http://madeirambiente.com.br/sustentabilidade-edificacoes-madeira/>

Figura 10 - ilustra a corrosão das armaduras.



Disponível em: [http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/corrosao-do-concreto-e-causada-por-umidade-e-gases-nocivos\\_6412\\_0\\_1](http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/corrosao-do-concreto-e-causada-por-umidade-e-gases-nocivos_6412_0_1)

Figura 11 - ilustra a ferrugem nas armaduras



Disponível em: <http://wwwo.metalica.com.br/corrosao-de-armaduras>

Figura 12 - apresenta laje maciça convencional



Disponível em: <http://www.construeficiencia.com.br/lajesvitorino/>



Figura 13 - laje tipo cogumelo



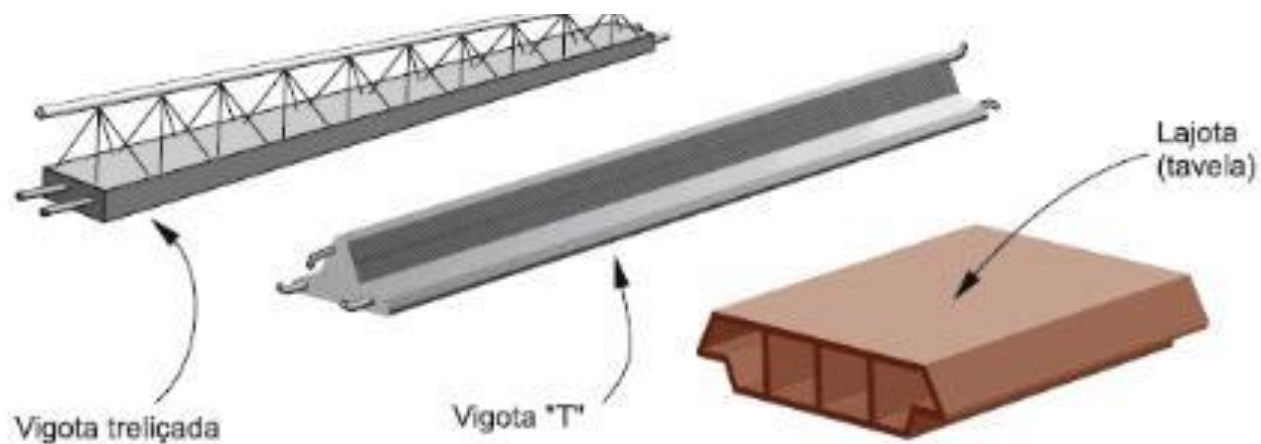
Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAHVMAK/apostila-lajes>)

Figura 14 - laje maciça nervurada



Disponível em: <http://www.canaldoengenheiro.com/laje-nervurada-leitura-de-projetos/>

Figura 15 - componentes da laje pré-moldada



Disponível em: <http://www.tjleco.com.br/como-funcionam-a-laje-de-cobertura-pre-moldada/>)

Figura 16 - laje pré-moldada com lajotas de isopor



Disponível em: <http://www.concrefato.com.br/lajes.htm>)

Figura 17 - laje pré-moldada alveolares



Disponível em: <http://blogdopetcivil.com/>

Figura 18 - Execução da membrana de asfalto a frio



(LWART, 2009, p.6)

Figura 19 - Execução da membrana de asfalto a quente



(LWART, 2009, p. 32)

Figura 20 - Execução da membrana acrílica



(SABBATINI, 2006, p.3)

Figura 21 - Execução da manta asfáltica



Disponível em: <http://wmaconstrucoesereformas.com.br/servicos/impermeabilizacao-com-manta-asfaltica/>

Figura 22 - fixação automática com parafusos e arruelas especiais.



(SILVA E OLIVEIRA, 2006, p.77)