

**INSTITUTO DOCTUM DE EDUCAÇÃO E
TECNOLOGIA**

**A IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE
COBERTURA DE EDIFICAÇÕES**

MARLON OLIMPIO LOPES SALGADO

GABRIEL VIEIRA SALES

DOCTUM – MG

2013



INSTITUTO DOCTUM DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA

A IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE COBERTURA DE EDIFICAÇÕES

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Caratinga – FIC, como exigência parcial para obtenção de grau de bacharel em Engenharia Civil sob a orientação do professor João Moreira de Oliveira Júnior.

MARLON OLIMPIO LOPES SALGADO

GABRIEL VIEIRA SALES

DOCTUM – CARATINGA

2013

MARLON OLIMPIO LOPES SALGADO

GABRIEL VIEIRA SALES

**A IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE COBERTURA DE
EDIFICAÇÕES**

Monografia submetida à comissão examinadora designada pelo Curso de Graduação em Engenharia Civil como requisito para obtenção do grau de bacharel.

Prof. Msc João Moreira de Oliveira Júnior (Orientador e Coordenador do curso de Engenharia Civil)

Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

Prof.

Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

Prof.

Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

Caratinga, 05/12/2013

DEDICATÓRIAS

Dedicamos a nossa conquista primeiramente a Deus, e depois aos nossos familiares que sempre estiveram ao nosso lado nos apoiando durante essa árdua caminhada.

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço essa conquista a Deus, sem ele ao meu lado nada seria possível, pois ele que nos dá força e nos sustenta para que possamos continuar firme em nossa caminhada.

Agradeço a minha família que sempre está do meu lado, a minha esposa Juliana, a minha mãe Tereza, meu pai Robson, meu irmão Eduardo, a minha sogra Maria Das Graças, pois cada um deles me ajudou da sua maneira.

Agradeço também todos os meus professores, que passou todos os seus conhecimentos para que pudéssemos sair preparados para o mercado de trabalho, agradeço também aos meus colegas que conquistei ao longo desses anos.

A todos, o meu muito obrigado!

“Marlon Olimpio Lopes Salgado”

AGRADECIMENTO

Sou profundamente agradecido a Deus, por ter me dado mais essa vitória de muitas que conquistarei ao lado Dele.

Agradeço a toda minha família, especialmente ao meu pai Juscelino, minha mãe Maria Aparecida, aos meus irmãos, meus sobrinhos, minha futura esposa Lorena, e ao meu tio José Nério pelo apoio e compreensão em todos os momentos. E agradeço também aos meus professores que me ajudaram muito durante este curso passando-me seus conhecimentos.

Agradeço a todos os meus amigos que sempre me apoiaram ao longo deste curso.

“Gabriel Vieira Sales”

RESUMO

Hoje o mercado da construção civil está em alta, assim as construções verticais ocorrem em uma proporção maior, gerando assim o uso de produtos de impermeabilização, ou muitas vezes não dão a devida importância a esse tipo de serviço, no qual mostraremos que é de muita importância usar impermeabilizações em lajes de cobertura. Este estudo está sendo executado para mostrar a importância de uma impermeabilização em lajes de cobertura, ideal seria que houvesse o uso da impermeabilização já no processo de construção do edifício, porém, não havendo, a solução seria avaliar o sistema adequado para cada situação. Há vários tipos de impermeabilizações, mostraremos as mais usadas em diferentes tipos de lajes de cobertura, em reservatórios superiores de concreto armado. Impermeabilizações que devem ser usadas nas obras para evitar que problemas venham surgir ao longo da vida útil da edificação.

PALAVRAS - CHAVE: Impermeabilização, infiltração em lajes de cobertura, sistema de impermeabilização.

ABSTRACT

Today's construction market is booming , so the vertical constructions occur in a greater proportion , thus generating the use of sealants , and often do not give due importance to this type of service, in which we show that it is much important use in waterproofing roof slabs . This study is being performed to show the importance of waterproofing roof slabs , ideal would be to have the use of waterproofing already in the process of construction of the building , however , and no , the solution would be to evaluate the system suitable for every situation . There are several types of waterproofing , show the most used in different types of roof slabs in reinforced concrete reservoirs above . Waterproofing should be used in the works to prevent problems will arise over the life of the building .

KEYWORDS: Waterproofing, infiltration of roof slabs, waterproofing system.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.	11
2. CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS	13
3. A IMPORTANCIA DO USO DA IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE COBERTURA	15
3.1. Papel da engenharia no setor da impermeabilização	15
3.2. A importância de um projeto de impermeabilização	16
3.3. No Brasil as maiores dificuldades no setor de impermeabilização	17
3.4. Alguns problemas ocorridos na falta do uso da impermeabilização	17
3.4.1. Bolor.	17
3.4.2. Corrosão..	18
3.4.3. Ferrugem	19
3.4.4. Eflorescência	19
4. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	20
4.1. Sistemas rígidos	20
4.2. Sistemas flexíveis	21
5. TIPOS DE LAJES USADOS EM COBERTURAS	21
5.1. Lajes Maciças	22
5.1.1. Lajes maciças convencional	22
5.1.2. Lajes maciças tipo cogumelo.	22
5.1.3. Lajes maciças nervuradas	23
5.2. Lajes Pré-Moldadas	23
5.2.1. Lajes treliçadas com lajotas cerâmicas	23
5.2.2. Lajes treliçadas com lajotas de isopor	24
5.2.3. Lajes de painéis treliçados	24
5.2.4. Lajes alveolares	24
6. IMPERMEABILIZAÇÃO INDICADOS PARA OS TIPOS DE LAJES DE COBERTURA	25
6.1. Membrana asfáticas	25
6.2. Membranas acrílicas	26
6.3. Mantas asfálticas	26
6.4. Mantas de PVC	27

6.5 Os tipos de impermeabilização mais indicado para caixa d'água de concreto armado de uma cobertura.	28
6.6. Impermeabilização de piscinas em lajes de coberturas.	29
7. FATORES A SEREM OBSERVADOS PARA UMA BOA IMPERMEABILIZAÇÃO	30
7.1. Normatização	30
7.1.2. Normas da ABNT	31
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	34
10. ANEXOS	36
Figura 01 Ilustrando o bolor causado no interior da edificação	36
Figura 02 Ilustrando a corrosão das armaduras	36
Figura 03 Ilustrando a ferrugem nas armaduras	37
Figura 04 Laje maciça convencional.	37
Figura 05 Laje tipo cogumelo	38
Figura 06 Laje nervurada	38
Figura 07 Laje pré-moldada com lajotas cerâmica	39
Figura 08 Laje pré-moldada com lajotas de isopor	39
Figura 09 Laje pré-moldada de painéis treliçados.	40
Figura 10 Laje pré-moldada alveolares	40
Figura 11 Aplicação da membrana asfáltica a frio	41
Figura 12 Aplicação da membrana asfáltica quente	41
Figura 13 Aplicação da membrana acrílica.	42
Figura 14 Aplicação do primer sobre a superfície	42
Figura 15 Fazendo as emendas com maçarico.	43
Figura 16 Aparelho de solda das emendas.	43
Figura 17 Aparelho para fixação dos parafusos e arruelas.	44
Figura 18 Foto da manta asfáltica.	44
Figura 19 Foto da argamassa polimérica.	45

1-INTRODUÇÃO

A impermeabilização é um dos componentes de proteção do edifício, são sistemas que englobam os elementos destinados a garantir as funções do prédio ao longo do tempo, frente à ação dos agentes agressivos, como água e umidade. Há vários tipos de sistemas de impermeabilização, cabendo ao engenheiro escolher o sistema mais adequado a cada caso, selecionar os materiais adequados a cada sistema. A impermeabilização é sinônima de não deixar passar água e sua função é proteger os sistemas prediais, e todos os problemas que a água pode causar no concreto, na armadura, na madeira, assim também afetando as instalações elétricas.

Hoje em dia, o mercado de obras civis passa por um grande momento, com isso as obras verticais aumentam e também o uso da impermeabilização. Com avanço do setor da impermeabilização, permitiu também novos tipos de procedimentos técnicos nesse tipo de serviço. Atualmente, as patologias nas estruturas das edificações ocorrem com mais freqüência, isso com a falta da impermeabilização nas áreas úmidas, como está sendo observadas no estudo, em lajes de coberturas, patologias que colocam em risco a estrutura do edifício. Portanto, o presente estudo busca contribuir, mostrando assim a importância da impermeabilização em lajes de cobertura, ajudando também, solucionar patologias já encontradas. Vamos fazer uma análise de forma particular, levantaremos fatores envolvidos nesse tipo de problema, e quais os benefícios de se usarem as impermeabilizações. A falta de impermeabilização em lajes de cobertura pode gerar infiltração de água, deslocamento de revestimentos e pintura, comprometimento das instalações elétricas, corrosão das armaduras e comprometimento da estrutura; Uma impermeabilização bem projetada por profissionais habilitados, e executada por mão de obra qualificada, garante uma durabilidade indefinida à construção, tornando-se dessa maneira o serviço de impermeabilização barato ao longo dos anos, pois no caso de uma residência, por exemplo, não se terá o prejuízo econômico, com as conhecidas umidades ascendentes em rodapés de paredes, emboloramento nos tetos de banheiros, vazamentos em lajes de garagens, entre outras, sem contar nos problemas de insalubridade que tais fatos podem gerar, e quando se tratar de umidade ou vazamentos de água em estrutura de concreto

armado de edifícios, ou qualquer outra obra, acarretará a corrosão da armadura de aço e conseqüentemente deterioração da estrutura de concreto, com grave comprometimento de sua estabilidade. Para que isso não ocorra devemos fazer um estudo da laje de cobertura, ver qual o material vai ser adequado e aplicar de forma correta.

Metodologicamente esse trabalho foi realizado a partir da pesquisa sobre os problemas relacionados à falta da impermeabilização em lajes e cobertura. Esse levantamento foi realizado através de informações coletadas de artigos que defendem a mesma tese, junto também ao meio técnico envolvido, ou seja: empresas fornecedoras e executoras de serviços de impermeabilização. Este trabalho foi dividido em capítulos, dentro do limite dos nossos capítulos mostraremos a importância do uso da impermeabilização, classificando-as; os tipos de impermeabilização a cada laje usada em coberturas; o papel do engenheiro nesse tipo de serviço; os problemas que ocorrem no caso de não usarmos a impermeabilização; alguns fatores a ser observado para assim fazermos uma boa impermeabilização, e também algumas normas que nos ajudam a ter uma segurança maior no serviço. Respondendo a perguntas mais freqüentes nos dias de hoje, que são: Por que devemos utilizar os produtos de impermeabilização em lajes de cobertura? Qual a importância do mesmo? E por último, mostraremos a normatização, normas da ABNT que nos ajudam nesses tipos de serviços.

O objetivo geral é levantar os principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas de impermeabilização em lajes de cobertura. O presente estudo vem trazer uma pesquisa sobre os parâmetros para implantação e benefícios que a mesma pode trazer ao longo da vida útil da edificação, além de proporcionar melhor qualidade de vida aos moradores. O objetivo específico é fazer uma análise de forma particular, destacando assim, os problemas causados pela falta do uso de um produto de impermeabilização nas lajes de cobertura.

2- CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS

A umidade é um fator causador de diversas patologias nos elementos construtivos de uma edificação, por tanto deve ter uma atenção especial, pois ela manifesta-se em diversos elementos estruturais, gerando manchas de umidade, corrosão, bolor ou mofo, algas, eflorescências, deslocamento de pinturas, de argamassa de revestimento, diminuindo a vida útil da edificação, gerando também desconforto aos usuários, condições insalubres, podendo afetar a saúde dos moradores, afetar os bens presentes no interior da edificação. Isso tudo pela falta da impermeabilização da sua laje de cobertura.

A impermeabilização é a proteção contra infiltração da água, importante para que não haja degradação dos materiais; os terraços são áreas muito sensíveis às condições ambientais de isolação direta, agentes poluentes agressivos, deformações devido a cargas de serviço, recalque de fundações, pelo próprio trânsito de pessoas (KLEIN, 2002, p.2).

Nos dias de hoje podemos observar que as obras estão sendo construído com o máximo de economia, onde na maioria das vezes é deixando de lado técnicas de impermeabilizações indispensáveis, ainda mais quando se trata de uma laje de cobertura, colocando em risco a estrutura do edifício e a integridade física dos moradores. No entanto, observando a importância de uma impermeabilização de uma laje de cobertura, e considerando que o gasto será insignificante, perto dos custos de reparo de possíveis patologias.

A impermeabilização é uma etapa muito importante na construção civil, mas vem sendo relegada, na maioria das vezes por contenção de custos e desinformação, resultando no aparecimento de patologias. Os custos de reparo dessas patologias podem ser quinze vezes maiores do que se fosse executado no andamento da obra (VENTURINI, 2009, p.5)

A infiltração de água em lajes de cobertura em construções concluídas, por falta da impermeabilização, (cortada da obra por economia, ou falta de informação), promove o surgimento de patologias. Estas, a serem solucionados, possuem elevado custo financeiro, além disso, de essas patologias são difíceis de ser

solucionadas. Por isso a importância de usar essas técnicas de impermeabilização, já no andamento de sua obra, precavendo a ocorrência de possíveis patologias.

Conforme PEREZ, 1985, A umidade nas construções representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos dentro da construção civil. Essa dificuldade está relacionada à complexidade dos fenômenos envolvidos e a falta de estudos e pesquisas. Essa carência ainda é percebida hoje, mais de 20 anos após elaboração do trabalho do autor citado (SOUZA, 2008, p.3)

Com a falta da impermeabilização, na maioria dos casos ocorre infiltração ao longo da viga, com manchas escuras que comprometem o aspecto estético, indicando processo inicial de corrosão nas armaduras prejudicando a habitabilidade, colocando em risco a vida útil da estrutura.

Muitos problemas associados às impermeabilizações podem ser encontrados e eliminados ao se planejar já nos primeiros estágios do desenvolvimento da construção. A desinformação a respeito das técnicas e materiais de impermeabilização, além do grande dinamismo no setor, são os principais responsáveis por diversos problemas, que muitas vezes geram insucessos no processo. Na maioria dos casos as construtoras só dedicam atenção a impermeabilização e seus problemas no final da obra, quando pode ser muito tarde. A falta de previsão dos detalhes e a improvisação daí resultantes são responsáveis por um grande número de falhas (VENTURINI,2009, p.14.15).

Sabendo se que, a água é responsável por 85% dos problemas das edificações, devemos dar maior atenção à proteção das estruturas, para que não ocorra a infiltração de água é com isso possa vir a danificar a estrutura da construção, as estruturas que compõe os terraços ou lajes de cobertura não podem ser projetada nem executada como se fosse uma das estruturas dos demais pavimentos.

No constante trabalho de resistir as infiltrações, ou seja, de proteger-se contra as intempéries: vento, neve, sol e chuva é procurado soluções a fim de proteger a vida útil das construções. A água é a grande responsável por 85% dos problemas das edificações, assim a proteção das estruturas contra infiltrações de água é condição mínima e necessária a qualquer edificação (ARANTES, 2007)

3- A IMPORTÂNCIA DO USO DA IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE COBERTURA.

A impermeabilização nada mais é que um conjunto de operações e técnicas construtivas para a proteção de uma edificação, contra a ação deletéria da água, da umidade, das variações de temperatura. A importância do uso da impermeabilização em lajes de cobertura é evitar possíveis problemas nas edificações, que ao longo da vida útil podem causar danos nos sistemas prediais como: concretos, armaduras e madeiras. A impermeabilização pode evitar danos à saúde dos moradores, promovendo conforto maior ao ambiente, ajudando a reduzir as temperaturas internas.

A impermeabilização é muito importante, no entanto devemos ter também um cuidado especial com a última laje que servirá como cobertura. Cuidado que não é devidamente dado quando falamos da dosagem do concreto, que deverá ser diferente comparado com as lajes dos pavimentos inferiores, os projetistas não fazem considerações especiais nos cálculos dos traços que terá que visar à diminuição das movimentações térmicas que ocorreram nessas lajes de cobertura, pelo fato de ficar expostas a essas mudanças bruscas de temperaturas. De acordo com VENTURINI (2009), “numa edificação uma das principais preocupações é pela eficaz estanqueidade da cobertura, que todos os elementos do edifício é o que se encontra mais exposto a intempéries”. É de muita importância impermeabilizar todas as regiões que ficarão expostas com a água, pois poderão ocorrer vazamentos. Existem varias soluções para diferentes tipos de coberturas, pois com o tipo de impermeabilizações utilizado em cada caso, se tornam mais ou menos eficientes.

3.1. Papel da Engenharia no Setor da Impermeabilização

O papel da engenharia nesse caso é ter primeiramente os projetos necessários para a impermeabilização, arquitetônicos, estrutural, elétrico e hidráulico. Para poder projetar o sistema de impermeabilização, escolhendo o sistema mais adequado a cada situação; selecionar os materiais mais adequados a

cada sistema escolhido; contratar empresas fornecedoras dos materiais e serviços a partir de uma análise técnica; controlar a execução; identificar e solucionar possíveis interferências com outros subsistemas e serviços. Através desses controles, garantir uma boa impermeabilização, para que não ocorram falhas que podem gerar: Infiltração de água, causando o bolor, corrosão das armaduras comprometendo a estrutura, deslocamento do revestimento e pintura, ocasionando a ferrugem, e comprometimento das instalações elétricas.

3.2. A Importância de um Projeto de Impermeabilização

O projeto de impermeabilização deve ser realizado por um especialista no assunto, pois a impermeabilização necessita ser estudada e compatibilizada com todos os projetos que envolvem uma construção, assim evitando não sofrer nem ocasionar interferências que poderão atrapalhar o desempenho da mesma. O projeto de impermeabilização traz muitos benefícios para as obras. Possibilita um melhor planejamento, ajuda na escolha dos produtos adequados para melhor atender o sistema. Todos os projetos desenvolvidos devem seguir regras contidas na NBR, e não seria diferente com o projeto de impermeabilização que possui normas que devem ser seguidas, entre elas está a (NBR 9575 impermeabilização, seleção e projeto) que tem informações e soluções a serem adotadas, atendendo exigências de desempenho em relação à durabilidade frente às ações ocorridas com a umidade. De acordo com 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”.

3.3. No Brasil as Maiores Dificuldades no Setor da Impermeabilização

A construção civil é um setor que cresce cada dia mais, além das dificuldades encontradas no setor de impermeabilização, muitos construtores e grandes

construtoras não dão à devida importância a impermeabilização. Dificuldades essas que da maioria das vezes são a falta de profissionais capacitados, falta de informação, que gera desconfiança na hora da seleção dos materiais e empresas aplicadoras do serviço. De acordo com 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”. Os profissionais deveriam conhecer as partes do edifício onde será impermeabilizado, de forma a observar detalhes importantes e necessários em fase de projeto, porém nos dias de hoje a maioria dos profissionais enfrenta grandes dificuldades quando se depara com essas atividades. O mesmo autor comenta que a desinformação a respeito das técnicas e materiais de impermeabilização, acontece pelo fato do dinamismo neste setor (um grande número de novos materiais é lançado a cada ano), é responsável por diversos problemas, e muitas vezes acabam gerando insucesso nos serviços de impermeabilização; no Brasil existem bons materiais, bons aplicadores, mas as reclamações acontecem muito mais em função do despreparo dos engenheiros e arquitetos, que não estão sabendo escolher os bons serviços e bons profissionais.

3.4. Alguns Problemas ocorridos na falta da Impermeabilização

3.4.1. Bolor

O Bolor ou também chamado de Mofos, são nomes dado aos fungos, eles se mostram como manchas escuras, com tonalidades pretas, marrom, ou verde e/ou ocasionalmente manchas esbranquiçadas ou amareladas. A causa principal desses fungos (Bolor ou Mofo), sem dúvida são as umidades, a quantidade de água que passam nos materiais, neste caso no concreto, nas lajes exposta a chuva, essa atividade constante da água no concreto determina o crescimento dos fungos, que são prejudiciais para a saúde humana, pois os esporos que circulam pelo ar e que inalados podem produzir alergias, que são piores para pessoas que já são alérgicas,

que tem bronquite, asma, causando dores de cabeça, até mesmo infecções na pele, nos casos mais graves podem ocorrer problemas nos rins e fígado ou aparecimentos de doenças cancerígenas. De acordo com YAZIGI (1998), “o bolor ou emboloramento tem como característica o desenvolvimento de microorganismos pertencentes ao grupo dos fungos. Em geral possuem uma coloração esverdeada, e desenvolvem em diversos materiais”. Como mostra a figura 01 em anexo.

3.4.2. Corrosão

A corrosão consiste na deterioração dos materiais pela ação química ou eletroquímica, a corrosão é uma ligação ácido/água, no caso da corrosão ocorre no meio ácido, o produto será sal e água; podendo estar ou não associado a esforços mecânicos. A corrosão pode incidir sobre diversos tipos de materiais, sejam metálicos como os aços ou cerâmicas ou concreto. Ao contrário da ferrugem, a corrosão do aço inoxidável é altamente localizada e aparentemente aleatória. Pequenos buracos podem corroer uma espessura substancial de aço em relativamente pouco tempo. Estes buracos podem causar vazamentos ou agir como pontos de ruptura, de onde se originam quebras. Os processos de corrosão eletroquímica são mais freqüentes na natureza e se caracterizam basicamente por: Necessariamente na presença de água no estado líquido; temperaturas abaixo do ponto de orvalho da água, sendo a grande maioria na temperatura ambiente. Essa corrosão acontece quando os materiais da construção ficam úmidos, os mesmos abrigam bactérias, como mostram a figura 02 em anexo.

3.4.3. Ferrugem

Com a infiltração na laje de cobertura, as ferragens ao longo da vida útil acabam em ficar expostas, e com a umidade nas ferragens, ocorre o processo de oxidação do ferro. A ferrugem é o nome popular do óxido de ferro.

Como nós vivemos na era do aço, que é uma liga ferro-carbono, sofreremos com a oxidação desse material. Não existem peças de ferro, só existem peças de aço. Dizer que uma peça é feita de ferro é errado, certo é dizer que ela é feita em aço. O ferro puro não é bom para a fabricação de produtos. A oxidação é a reação química do oxigênio da atmosfera com as partículas do ferro contido no aço. Essa reação ocorre porque o oxigênio é um elemento químico que tem o maior poder de reação conhecido. Quando colocamos uma peça fabricada em aço em contato com o ar, as partículas de oxigênio atacam a superfície dessa peça reagindo com o ferro do aço e corroendo a peça. O processo de corrosão deterioração por ferrugem é o resultado dessa reação química. Existem alguns tipos de ferrugem, mas aquela amarelona mais conhecida é Fe_2O_3 e está presente tanto nas peças e aço que deixamos na chuva como no melhor minério de ferro conhecido. Desse modo o material do aço em contato com oxigênio presente na água e no ar se oxida e desta reação surgem a ferrugem, que deteriora pouco a pouco o material original, colocando em sério risco a edificação, como mostra a figura 03 em anexo.

3.4.4. Eflorescência

Eflorescência são aquelas manchas esbranquiçadas que surgem na superfície, este problema é causado quando a tinta foi aplicada em um reboco não curado, ou na maioria dos casos quando a presença de umidade pela falta da impermeabilização. De acordo com CAMPOS, PASCOAL, BARBOSA (2011), “Eflorescência é a formação de sais solúveis, que se depositam nas superfícies dos materiais, carreados do seu interior pela umidade que os atravessa formando manchas brancas, ou em outras situações aumentando o volume, na forma de estalactites”. Os teores desses sais solúveis podem existir nos materiais ou nos componentes dos materiais, quando há presença de água junto com a pressão hidrostática necessária para que a solução migre para superfície, a água em geral é proveniente da umidade do solo, da água de chuva acumulada antes da cobertura da obra infiltrada através de alvenarias, entre outros.

4. CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

4.1. Sistemas Rígidos

O sistema rígido tem baixa capacidade de absorver deformações da base, principalmente deformações concentradas, em fissuras e trincas, sendo assim vulnerável a exposição ao sol e a chuva, alguns exemplos de impermeabilização rígida: Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo, cristalizantes, cimento impermeabilizantes de pega ultra-rápida. Sistemas esses que não são indicados para lajes de coberturas, por isso não entrarão em discussão. Segundo KLEIN (2002), “os sistemas rígidos são aplicáveis em estruturas sujeitas a mínimas variações térmicas, pequenas vibrações e/ou exposição solar”. Esses sistemas rígidos geralmente são empregados em lugares que não entrará em contato constante com o sol e a chuva, exemplo: subsolos, roda-pé, galerias enterradas, caixa d’águas inferiores.

4.2. Sistemas Flexíveis

Ao contrario da rígida, os flexíveis suportam deformações da base com amplitudes variáveis. O sistema flexível é o usado para laje de cobertura, sendo resistente a mudança brusca de temperatura (sol e chuva, frio e calor). Segundo KLEIN (2002), “os sistemas flexíveis são aplicáveis em estruturas sujeitas a variações térmicas diferenciadas e/ou grandes vibrações, cargas dinâmicas, recalques e/ou forte exposição solar”. Esse sistema geralmente é usado em: terraços, lajes de coberturas que é nosso caso, pilotis expostos, piscinas suspensas, fossos, reatores de usinas nucleares, jardins suspensos, calhas de grandes dimensões de barragens, galerias de trens metropolitanos, dentre outros.

5. TIPOS DE LAJES USADOS EM COBERTURAS

As lajes são estruturas planas feitas de concreto, seja ele usinado ou não. Estas lajes podem ser diretamente apoiadas em pilares, embora seja menos comum em construções pequenas, ou apoiadas em vigas, sua função é servir como forro para os ambientes, servir como coberturas, podendo ajudar também no isolamento acústico, e um melhor isolamento contra invasores. As mais usadas em lajes de cobertura são feitas com concreto armado, ou pré-moldadas, muita das vezes encontramos essas lajes em coberturas expostas ao tempo, sem o importante produto para sua impermeabilização, fazendo com que ocorram problemas ao decorrer da sua vida útil, como já mostramos anteriormente. Falaremos um pouco dessas lajes que são usadas em coberturas.

5.1. Lajes Maciças

A laje maciça, ou moldada in loco, é totalmente construída na obra a partir de uma fôrma, normalmente de madeira, na qual é despejado o concreto. Antes, é montada a armadura de vergalhões metálicos que dá mais resistência ao sistema. Após a secagem do concreto, está pronta a laje. Os pontos altos desse sistema são a menor suscetibilidade a trincas e a fissuras, e a facilidade de vencer grandes vãos, além do acabamento liso da parte inferior. Porém, as fôrmas exigem um consumo considerável de madeira; a laje é mais pesada, o que exige mais do restante da estrutura, e o custo final, normalmente, é mais alto. As lajes maciças moldadas in loco também se dividem em alguns tipos.

5.1.1. Lajes maciças convencionais

A simples é as mais comuns. Esta laje é formada por uma superfície plana, lisa na parte superior e inferior e se apóia nas vigas da construção, essas lajes são

feitas normalmente com fôrmas de madeira, essa fôrma que recebe o concreto, antes é colocado armaduras para dar uma resistência a mesma, como mostra a figura 04 em anexo.

5.1.2. Lajes maciças tipo cogumelo

São parecidas com as lajes simples, mas se apóiam diretamente sobre os pilares. Como toda a carga da laje é transferida para um ponto com pequena área (o topo do pilar), deve-se evitar o fenômeno que chamamos de "punção", isto é, o risco de o pilar "furar" a laje como uma agulha pode furar uma folha de papel. Assim, a área de contato entre laje e pilar deve ser aumentada e reforçada. Em geral isso é feito com o aumento da quantidade de ferro e da espessura da laje apenas nesse ponto, criando "chapéus" sobre os pilares, como ilustra a figura 05 em anexo.

5.1.3. Lajes maciças nervuradas

Lajes nervuradas ou do tipo "caixão perdido" são formadas pela união de vigas e lajes e foram mais usadas em edifícios antigos. Um conjunto de vigas é concretado junto com uma laje superior e outra inferior. Esse conjunto de laje + vigas forma um sistema único chamado de laje nervurada. Por aproveitar a altura das vigas, essas lajes conseguem vencer grandes vãos com relativamente pouca espessura. Nos apartamentos com esse tipo de laje é fácil eliminar paredes porque o forro será uma grande superfície lisa, livre de vigas. O espaço entre a laje inferior e a superior não pode ser acessado, daí o nome "caixão perdido", como mostra a figura 06 em anexo.

5.2. Lajes Pré-Moldadas

As pré-moldadas ou pré-fabricadas são as lajes que já chegam prontas ou semi-prontas na obra. São compostas por placas ou painéis de concreto preenchidos com materiais diversos a fim de formar um conjunto resistente.

5.2.1. Lajes treliçadas com lajotas de cerâmicas

São as mais baratas para vencer pequenos vãos. 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, joga-se o concreto por cima dessa estrutura e o conjunto adquire resistência. É talvez o sistema mais usado atualmente em pequenas residências, figura 07 em anexo.

5.2.2. Lajes treliçadas com lajotas de isopor

São muito parecidas com o tipo anterior, mas o espaço entre as vigotas de concreto é preenchido com blocos de isopor. São muito leves, de fácil montagem e a instalação de canos e conduítes é muito simples. Entretanto não se podem fazer furos na parte inferior dessas lajes e para que o acabamento tradicional de chapisco e reboco possam aderir no isopor é necessária a aplicação de cola especial. Figura 08 em anexo.

5.2.3. Lajes de painéis treliçados

Elas são compostas por painéis de concreto, mais largos do que as vigotas usadas nos outros tipos de laje que, na montagem, ficam encostados uns nos outros, compondo a própria fôrma para o concreto. Esse sistema permite que vãos maiores sejam vencidos. Além disso, pela resistência inicial dos painéis, uma quantidade menor de madeira é necessária para o escoramento. Não é necessário nenhum acabamento por baixo da laje, que já pode ficar aparente pelo bom acabamento dos painéis, o que costuma agradar aos arquitetos. Chega a ser em alguns casos 30% mais cara do que as lajes com lajotas cerâmicas, mas apresentam uma qualidade muito superior. Ainda assim são mais baratas do que as maciças. Figura 09 em anexo.

5.2.4. Lajes alveolares

Menos usadas em residências, são compostas por grandes painéis, geralmente protendidos, ou seja, (cuja armadura é constituída por cabos de aço de alta resistência, tracionados e ancorados no próprio concreto), que vencem vãos muito grandes. O transporte deve ser feito com guindastes, devido ao grande peso. Por essas razões são pouco utilizadas em residências, que normalmente têm vãos pequenos entre as vigas ou pilares. O custo para estruturas de pequeno porte não é competitivo. Figura 10 em anexo.

6. IMPERMEABILIZANTES INDICADOS PARA OS TIPOS DE LAJES DE COBERTURA.

Os impermeabilizantes indicados para as lajes que se encontram na cobertura das edificações, partes que são sujeitas à fissuração, são os sistemas de impermeabilizantes flexíveis. Tem-se são dois tipos; as membranas que são moldadas no local, elas são líquidas ou pastosas, podendo ser aplicadas através de trinchas, rolo, como se fosse uma pintura, como as membranas asfálticas e membranas acrílicas. E as mantas que são pré-fabricadas, elas que vem enroladas e plastificadas, como as mantas asfálticas e mantas de PVC. Tanto o impermeabilizante moldado no local, quanto os pré-fabricados, são indicados para esses tipos de lajes de cobertura. Estaremos mais abaixo falando um pouco sobre esses impermeabilizantes.

6.1. Membrana Asfálticas

As membranas asfálticas são materiais de impermeabilização do tipo flexível, moldado no local, ela é derivada do asfáltico de petróleo. Há a aplicação da membrana asfáltica a frio e a quente. Aplicação a frio, (figura 11 em anexo), desse tipo de material é feito com uma trincha ou rolo, sendo aplicadas no mínimo duas demãos do produto, a primeira tem que ser com a superfície seca, limpa, regularizada e não pode haver óleo e nenhum tipo de produto gorduroso, não pode haver partes soltas, nem falhas na concretagem, depois de dada a primeira demão aguardar a secagem da mesma, e depois de seca aplicar a segunda demão, que tem que ser aplicado no sentido contrário da primeira. Já aplicação das membranas asfálticas a quente é feito com o uso de caldeira como mostra a figura 12 em anexo. Segundo KLEIN (2002) “quando a área é de pouca ventilação deve-se ter cuidado há utilizar produtos aplicados a quente porque possuem restrições na manipulação e quanto ao risco de fogo”.

6.2. Membranas Acrílicas

As membranas acrílicas são impermeabilizantes líquidos, com base de resinas acrílicas alastoméricas, são do tipo flexível, moldado no local, bastante resistente a intempéries e a mudanças bruscas de temperatura, esse tipo de impermeabilizante é de cor branca que refletem os raios solares, e proporciona um conforto térmico ao ambiente interno, é bastante indicado a lajes de cobertura. Sua aplicação é feita a frio, através de uma trincha ou rolo, são aplicadas no mínimo duas demãos do produto, a primeira tem que ser com a superfície úmida, limpa, regularizada e não pode haver óleo e nenhum tipo de produto gorduroso, não pode haver partes soltas, nem falhas na concretagem, depois de dada a primeira demão aguardar a secagem da mesma, colocar uma tela industrial de poliéster como reforço após a primeira demão, e depois aplicar a segunda demão, que tem que ser aplicado no sentido contraria da primeira. A membrana acrílica não necessita de uma proteção mecânica sobre o produto, e sem essa proteção terá necessidade de periodicamente fazer uma reaplicação do produto, mas se o uso da laje de cobertura tiver um tráfego intenso de pessoas terá que ter essa proteção. Figura 13 em anexo.

6.3. Mantas asfálticas

As mantas asfálticas são materiais do tipo flexível, e é parecida com as membranas asfálticas, porém considerada pré-fabricadas, como as membranas, as mantas são derivadas do alfáltico de petróleo. As mantas podem ter uma espessura de 3 mm até 5 mm, claro que quanto maior a sua espessura, melhor será seu desempenho, algumas das vantagens de se usar as mantas, é que sua espessura será constante, diferente das membranas, sua aplicação será somente uma vez e mais rápido será o serviço. Na aplicação das mantas asfálticas, antes devem ser aplicada uma demão de primer sobre a superfície, aguardando a sua secagem, como mostra a figura 14 em anexo.

Pois tem que haver uma boa aderência entre a manta e o substrato, evitando assim bolhas ou outros problemas que possam comprometer a impermeabilização. Um dos pontos que mais tem que ser observado no uso das mantas asfálticas são as emendas, por isso deve-se fazer uma sobreposição de 10 cm entre as mantas. Neste caso as emendas podem ser executadas através de maçaricos, sendo assim aplicado a quente, como mostra a figura 15 em anexo.

Após sua aplicação, costuma-se executar uma camada de argamassa de cimento e areia para proteção mecânica da manta. Segundo SILVA, VIEIRA, GALLI, DONATONI (2003), “especificar qual tipo de manta asfáltica utilizar depende da composição do material. E para entender isso, é importante considerar a forma de produção desse produto. Mantas asfálticas são produtos à base de asfalto modificado com polímeros estruturados”. O asfalto é o material responsável pela impermeabilização, mas são os materiais adicionados que dão ao material petroquímico as propriedades de desempenho necessárias, com flexibilidade em baixas temperaturas, alongamento, à fadiga mecânica e envelhecimento.

6.4. Mantas de PVC

As mantas de PVC são produtos flexíveis, do tipo pré-moldada, são parecidas com um carpete, e derivada do PVC, feita em media com duas lâminas do produto, sua espessura varia de 1,3 mm a 1,6 mm, juntamente com um tipo de tela que é feita de poliéster. O ponto mais crítico do uso das mantas de PVC são as emendas que são feitas por termofusão, um aparelho apropriado para tal serviço, é um processo de solda, que controla a temperatura e velocidade, garantindo no final uniformidade e uma excelente qualidade de solda. A aplicação da manta é através da fixação da mesma com parafusos, necessitando de um aparelho para mais rápido fixar os parafusos na superfície, precisando também de arruelas especiais. De modo que podemos observar uma grande desvantagem se comparado com as mantas asfálticas, pois as de PVC é preciso o aparelho para fazer as emendas, e um aparelho para fixar a manta na superfície, levando em consideração também que as mantas de PVC aplicadas de forma errada, são mais difíceis de localizar a

infiltração. As vantagens a serem observadas é que não precisa de proteção mecânica devido à dureza superficial; não propaga chamas, e como as mantas asfálticas somente precisam ser aplicadas uma única vez; e são de rápida aplicação. Figura 16 e 17 em anexo.

6.5. Os Tipos de Impermeabilização mais Indicado para Caixa D'água de Concreto Armado de uma Cobertura

A caixa d'água de concreto armado é construída nas coberturas com a finalidade de armazenamento de água, uma das suas maiores desvantagens é a difícil remoção caso haja uma reforma ou até mesmo futuras construções acima. O mais indicado para se construir reservatório superior de concreto armado, é quando a obra estiver 100% concluída, para assim evitar demolições. Esses reservatórios requerem a aplicação de impermeabilizantes sobre a sua superfície, sistemas de impermeabilização que devem ser flexíveis, pois ocorrerão deformações da base devido a oscilações térmicas. O começo da impermeabilização é a escolha do sistema impermeabilizante, o sistema mais indicado para reservatórios superiores são as mantas asfálticas, e membrana de polímero modificado com cimento, pois elas não alteram a qualidade da água, sendo atóxico e inodoro.

Na membrana de polímero modificado com cimento sua aplicação deve ser feita sobre a superfície de concreto ou argamassa, essa mistura deve ser preparada até a mesma atingir a consistência pastosa, após deve se aplicar com trincha ou rolo sobre a superfície úmida, após a secagem passar a segunda demão em sentido contrário do que a primeira. A aplicação desse sistema deve ser feito por profissionais qualificados, a superfície deve estar limpa, regularizada e seca, não pode haver óleo, partes soltas, nem falhas na concretagem.

Como já mostrado, no uso das mantas asfálticas, antes deve ser aplicada uma demão de primer sobre a superfície, aguardando a sua secagem. Tem que haver uma boa aderência e observar as emendas, fazendo uma sobreposição de 10 cm entre as mantas. Importante sempre lembrar que a aplicação desse sistema deve ser por profissionais qualificados. Foto manta asfáltica figura 18 em anexo.

6.6. Impermeabilização de Piscinas em Lajes de Cobertura

Quando falamos de piscinas em lajes de cobertura, não podemos deixar de frisar a importância que deve ser dada a esses tipos de serviços. Um projeto de impermeabilização mal planejado, e mal executado, no futuro pode se tornar uma grande dor de cabeça. Precisa ter um cuidado especial com o problema de infiltração, a impermeabilização da piscina vai depender do tipo de material escolhido para fazer o acabamento da mesma, nas piscinas mais comuns, o material utilizado para o acabamento é o cerâmico, destacamos dois tipos de material indicado para tal serviço: é a impermeabilização com argamassa polimérica, e as mantas asfálticas que já falamos anteriormente. As argamassas poliméricas são feitas pela mistura de resina acrílica e cimento em pó, aplicação dela pode ser feita com trincha como mostra a figura 19 em anexo; dependendo do nível de resina que for misturada definimos se a mesma será mais rígida ou mais flexível. Como já destacamos no presente estudo, todo tipo de serviço de impermeabilização deverá ser escolhido e executado por profissionais da área. O profissional estará verificando se a piscina está com a drenagem, as ferramentas de aspiração e ralos corretamente instalados, de forma que não venha interferir no desempenho do sistema de impermeabilização utilizado, se caso a piscina for de alvenaria, o profissional deverá observar se a mesma está com argamassa de regularização, como todo o processo de impermeabilização e, além disso, observar se não possui nenhuma sujeira, mancha, restos de materiais, inclusive oleosos. Materiais esses que podem prejudicar o processo de impermeabilização, ao fazer a aplicação, aguardar a secagem e aplicar no mínimo duas demãos do produto. Quando falamos de argamassa polimérica, devemos esperar uns cinco dias, e como todo produto de impermeabilização, posteriormente fazer o teste de estanqueidade. Segundo SILVEIRA (2001), “as argamassas poliméricas compostas por cimento especiais e látex de polímeros aplicados sob a forma de pintura sobre o substrato, formando uma película impermeável de excelente aderência e que garante a impermeabilização”.

7. FATORES OBSERVADOS PARA UMA BOA IMPERMEABILIZAÇÃO

Para termos um resultado satisfatório no final de um serviço de impermeabilização, devemos atender alguns detalhes importantes, segundo KLEIN (2002), “os detalhes são: os materiais a serem utilizados deverão ser de boa qualidade, logicamente dentro das normas técnicas da ABNT; concreto consistente própria para adensamento vibratório; juntas de concretagem.” Deverá ter uma atenção especial, principalmente nos reservatórios d’água e na cura do concreto, que deverá ser feita através de processos clássicos, ou ainda, com aplicação de cura química. O mesmo autor comenta que as juntas de dilatação deverão ser impermeabilizadas com sistemas escolhidos em função das deformações previstas na junta e pressão hidrostática atuante. Para a escolha do sistema de impermeabilização mais adequado para uma construção, é relação de vários fatores: Forma da estrutura; deformação admissível no dimensionamento da mesma; esbeltez; tipo de exposição; pressão da água e sua direção; efeito arquitetônico que se deseja obter; custos. São considerados alguns pontos: Impermeabilidade dos materiais; elasticidade dos materiais; proteção mecânica; isolamento térmico e durabilidade.

7.1. Normatização

Normatização é uma atividade que estabelece informações para utilização dos produtos comercializados, relacionando os problemas existentes ou potenciais. O objetivo da normatização é proporcionar meios mais eficientes de troca de informações entre o fabricante e o cliente, melhorando assim a confiança das relações; proporcionando a sociedade meio para conferir a qualidade dos produtos adquiridos. A normatização está presente na fabricação dos produtos, melhorando a qualidade de vida através de normas relativas à saúde, à segurança e à prevenção do meio ambiente. Deixando claro que a economia, comunicação, segurança, proteção ao consumidor, eliminação de barreiras técnicas e comerciais, são

benefício que essas normatizações trazem ao usuário dos produtos, utilizando assim cada vez mais como um meio de alcançar a redução de custos da produção e do produto final, mantendo ou melhorando sua qualidade.

As normas brasileiras são do tipo prescritivo, cada especificação refere-se a um tipo específico de material, e prescreve como o mesmo deve ser (espessura, característica química e física, etc). Esses modelos de normatização prescritiva acabam sendo tradicional, não só se refere a materiais impermeabilizantes, mas todos os materiais da construção civil, sendo encontrado na quase totalidade dos textos normativos de todos os países. KLEIN (2002).

No Brasil, o conjunto de normas de impermeabilização é considerado avançado, o mesmo autor comenta que as normas da ABNT disponíveis hoje, cobrem a especificação de materiais e métodos de ensaio, base de qualquer sistema de impermeabilização. Mas ainda faltam normas de desempenho para ampliar o conjunto de materiais e sistemas possíveis de serem avaliados e, principalmente, normas que definam com mais clareza sobre a aplicação, reforços, números de demão, consumos, etc.; normas de execução que englobem cuidados na aplicação; normas de projetos que indiquem os sistemas mais adequados a cada situação, normas de controle de qualidade.

7.1.2. Normas da ABNT

Hoje em dia, qualquer serviço realizado na área de construção civil, e na maioria das profissões, há normas técnicas a serem atendidas que facilitam o trabalho. Não é diferente na impermeabilização, existem normas técnicas da ABNT que deverão ser atendidas para garantir uma boa impermeabilização das partes construtivas, gerando uma segurança maior no serviço realizado, e um conforto maior ao usuário. A seguir algumas normas técnicas para facilitar o serviço realizado:

- NBR 9574- Execução de impermeabilização.
- NBR 9575- Impermeabilização- Seleção e Projeto.
- NBR 9685- Emulsões asfálticas sem carga para impermeabilização.
- NBR 9686- Solução asfálticas como primer na impermeabilização.
- NBR 9910- Asfaltos modificados para impermeabilização.
- NBR 9952- Mantas asfálticas com armadura para impermeabilização.
- NBR 11905- Sistema de impermeabilização com cimento impermeabilizante e polímeros.
- NBR 13121- Asfalto elastomérico para impermeabilização.
- NBR 13724- Membrana asfáltica para impermeabilização, moldada no local, com estruturantes.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração o estudo realizado, fica claro a importância de impermeabilizar lajes de cobertura, protegendo assim a edificação de problemas relacionados à infiltração que afetará diretamente a estrutura da edificação, diminuindo a vida útil da mesma, causando também mal estar, desconforto e danos à saúde do usuário. Constatamos através do mesmo, que quando se trata de impermeabilização, os profissionais da área não dão a devida importância ao tema, o que é lamentável, pois vários problemas poderiam ser evitados, se antes fosse realizado um projeto de impermeabilização. Fica evidente a falta de interesse dos profissionais a respeito da última laje, que será a cobertura, os calculistas não fazem considerações especiais nessas lajes, visando à diminuição das movimentações térmicas, os traços do concreto das lajes não são especiais, que da maioria das vezes diminuem o desempenho dos produtos impermeabilizantes.

A impermeabilização é uma importante etapa da obra de construção, deveria ser prevista em projeto, não deveria de forma nenhuma ser relegada, devendo ser executada antes do término da obra, evitando o surgimento de patologias e o reparo que causará transtorno ao proprietário.

Entretanto é fundamental o papel do profissional da engenharia escolher o sistema correto a cada situação, contratando a empresa fornecedora dos materiais para executar o serviço, que deverá estar sempre atendendo as normas técnicas da ABNT, o profissional deverá controlar a execução, assim garantindo uma boa impermeabilização. É necessário que o profissional entenda o mecanismo de infiltração de água na edificação, para poder identificar a melhor solução e conseqüentemente executar corretamente o serviço, evitando assim o surgimento futuras de patologias.

O presente trabalho vem colaborar com o profissional da construção civil e usuários, conscientizando o mesmo sobre a necessidade de se ter um sistema de impermeabilização, principalmente nas áreas de maior contato com a água, como nas coberturas, alertando ainda quanto à verificação na hora da construção e compra do imóvel, evitando assim maiores problemas no decorrer do tempo.

9-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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

CAMPOS, PASCOAL, BARBOSA. **Impermeabilização de lajes com uso de manta asfáltica.** Governador Valadares-Minas Gerais 2011.

CASA D'ÁGUA_ Disponível: www.casadagua.com/dicas/beneficios-de-uma-boa-impermeabilizacao (Acessado em 05/06/2013).

DINIS, Henrique. **A impermeabilização e o usuário – Proposta para classificação dos sistemas impermeabilizantes, segundo suas características físico-mecânico e de aderência ao substrato.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 10. São Paulo, novembro de 1997, p. 224-235.

Execução de impermeabilização – NBR 9574. Rio de Janeiro, 1986.

FREITAS, José Marcodes de Belém. **Umidade nas edificações: causas, consequências e medidas preventivas.** Juazeiro do Norte – Ceará 2011.

KLEIN, C Roberto. **Impermeabilização em lajes de cobertura, levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre.** Porto Alegre 2002.

OLIVEIRA, Leandro Meneguesso de Junior Luciano Cantisano. **Impermeabilização com manta asfáltica e argamassa polimérica _ Estudo de caso.** Barretos 2012.

PEREZ, A. R. **Umidade nas edificações:** Recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas. Tecnologia de edificações, São Paulo: Pini, IPT- Instituto de pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. Div. De Edificações do IPT. 1988. P. 571-578.

PINTO, Jose Antônio do Nascimento. **Relações entre Projeto e Execução de Impermeabilização**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7 São Paulo, outubro de 1991.

PIRONDI, Zeno. **Manual prático da impermeabilização e de isolamento térmica**. Contribuição à execução de projeto de impermeabilização conforme norma da ABNT- NBR 9575. 2. Ed. São Paulo: Pini, 1988.

PLÁ, Carlos Francisco Oliveira. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Riograndense**. Curso Técnico de Edificações 2010.

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

POZZOLLI, Impermeabilização – Relatório Especial: as primeiras obras de impermeabilização. Informe Técnico, **O Empreiteiro**, ago. 1991, p. 37-38.

RISSARI, Rodrigo Cezar. **Sistemas de impermeabilização e proteção de estruturas de concreto armado de reservatórios de água tratada atacados por cloretos**. Dezembro 2008.

SILVA, Maria Carolina Rodrigues; VIEIRA, Jucélia Kushla; GALLI, Luóís Augusto; DONATONI, Juliana Barrionuevo. **Aplicação de mantas asfáltica na impermeabilização de lajes de cobertura**. IV enteca 2003.

SILVEIRA, M.A. **Impermeabilizantes com cimentos poliméricos**. Téchene, São Paulo, Setembro 2001.

SOUZA, Marcos Ferreira. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Belo Horizonte 2008.

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

WEBER _ Disponível em: w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Geovane_Venturini_Righi_Disserta%C3%A7%C3%A3o_de_Mestrado.pdf (Acessado em 05/06/2013).

YAZIGI, W. A. **Técnica de edificar**. São Paulo: Pini, SAIDUSCON-SP, 1988

10- ANEXOS



Figura 01 ilustrando o bolor causado no interior da edificação

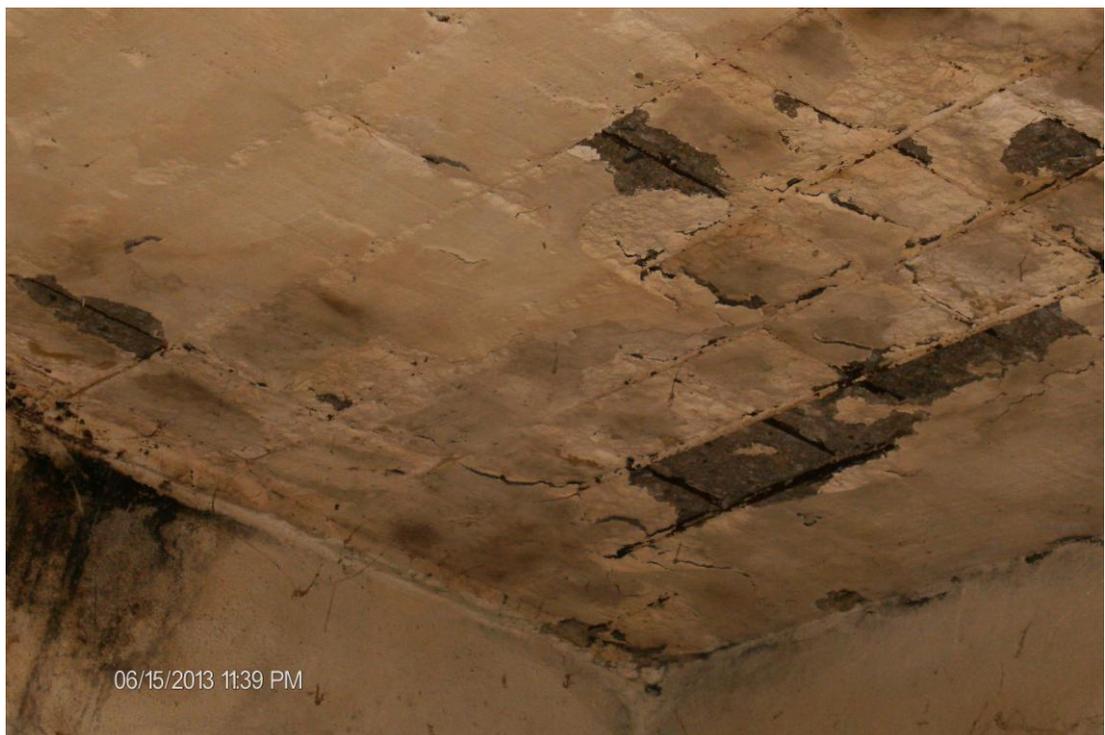


Figura 02 ilustrando a corrosão das armaduras



Figura 03 ilustrando a ferrugem nas armaduras



Figura 04 laje maciça convencional

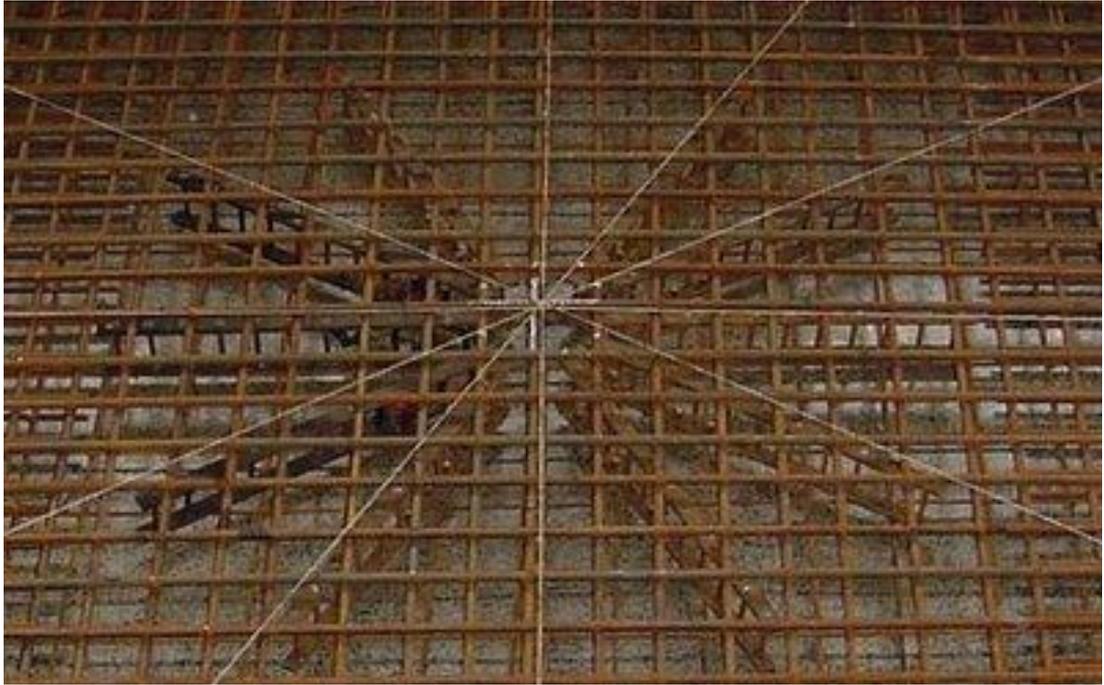


Figura 05 laje tipo cogumelo



Figura 06 laje nervurada.



Figura 07 laje pre-moldada com lajotas cerâmica



Figura 08 lajes pre-moldada com lajotas de isopor



Figura 09 laje pré-moldada de painéis treliçados.



Figura 10 laje pre-moldada alveolares.



Figura 11 Aplicação da membrana asfáltica a frio



Figura 12 aplicação da membrana asfáltica a quente.



Figura 13 aplicação da membrana acrílica



Figura 14 aplicação do primer sobre a superfície



Figura 15 fazendo as emendas com maçarico

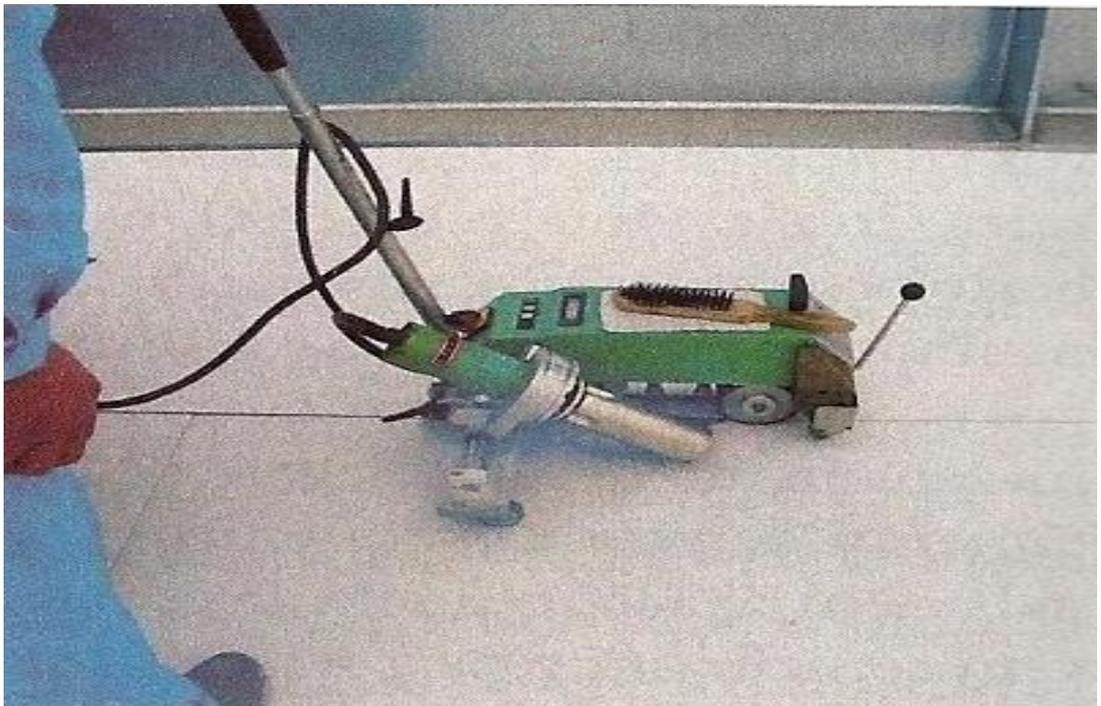


Figura 16 aparelho de solda das emendas



Figura 17 aparelho para fixação dos parafusos e arruelas



Figura 18 foto da manta asfáltica



Figura 19 Foto da argamassa polimérica