

**ESTUDO DA IMPERMEABILIZAÇÃO DE PATOLOGIAS COM A UTILIZAÇÃO DE
MATERIAL BETUMINOSO EM ALVENARIAS
STUDY OF WATERPROOFING OF PATHOLOGIES USING BETUMINOUS
MATERIALS ON MANSORIES.**

Fábio Junio Rodrigues da Silva¹

Bruna Barbosa Matuti²

¹ Graduando de Bacharelado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte – UNINORTE / Laureate International Universities (2018).

² Professora Orientadora, Formada em Bacharelado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte – UNINORTE / Laureate International Universities (2014); Pós-graduada em Engenharia de Segurança no Trabalho (2016) – Especializada em Qualidade, Meio Ambiente e Auditorias Internas e Externas da Construção Civil. Atualmente cursando o Programa de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas - UFAM (Termina em 12/2018).

RESUMO

O artigo tem como principal objetivo, revisar e estudar sobre os conhecimentos de princípios e técnicas de impermeabilização já existentes e valorizar este processo, a fim de proteger as alvenarias de infiltrações e intempéries que ocorrem em estruturas de alvenaria e apresentar os materiais betuminosos como uma solução viável e eficiente para sanar patologias que ocorrem nessas estruturas decorrente do abandono, da falta de impermeabilização, falta de manutenção ou da má execução dos trabalhos na obra. É preciso discernir, entre as opções diversas que são oferecidas a cada serviço e analisar as propostas que são apresentadas, conhecendo os princípios básicos da ciência da impermeabilização para executar esse serviço com a eficiência exigida em normas técnicas vigentes.

Palavras-chave: Impermeabilização, Materiais Betuminosos, Alvenaria, Patologias.

ABSTRACT

The article has as the main proposal, review and study about the knowledges of the principle and techniques of waterproofing already existing and highlight the value of the process, in order to protect the mansories of infiltrations and the bad weather that happen on mansory structures and show betuminous materials as a viable solution and efficient to correct the pathologies that use to happen as a consequence of the the absence of waterproofing, by the lack of preventive maintenance or bad services that employees had done during the work. We must discern between the options of solutions and look very closely at the proposals submitted to us, respecting the basic principles of Waterproofing Science, to do the works with the effective quality required on technical standards in rule.

Keywords: Waterproofing, Betuminous Materials, Mansory, Pathologies.

1 INTRODUÇÃO

Uma ligação é uma soma de todos os materiais que inventamos ou descobrimos, manipulamos, usamos e abusamos e a necessidade de se proteger contra as intempéries é uma preocupação do homem desde os primórdios [35].

A primeira referência documentada sobre a utilização de materiais impermeabilizantes se encontra na bíblia: “Faze para ti uma arca de madeira resinosa: farás compartimentos e a revestirás de betume por dentro e por fora” [21].

Os materiais betuminosos, asfaltos e alcatrões, devido sua característica hidrofugante, eram usados no tradicionais banhos romanos e proteção de estacas de madeira das edificações antigas [12].

Suas características principais se dão pela sua alta adesividade e repelência à água, normalmente encontra-se em estado sólido, mas também pode apresentar-se no estado líquido ou viscoso [9].

Também há relatos da história que que na Suécia, em 1790, utilizou-se pela primeira vez em coberturas material betuminoso para impermeabilizar, onde revestiam tabuas com papel e impermeabilizadas com alcatrão e colocar nas coberturas, muito similares as que temos hoje em dia.

O início da impermeabilização na Idade Moderna, coincidiu com as primeiras obras de concreto armado no início do século XX, onde foram adotadas estruturas mais esbeltas, trabalhando mais a flexão do que a compressão, onde exigiu que fossem adquiridas novas técnicas de impermeabilização [26].

Existem igrejas no Brasil, principalmente, e pontes onde empregaram argamassa aditivada com óleo de baleia no assentamento de pedras, tendo a funcionalidade de um plastificante, no afã de obter estruturas menos permeáveis [12].

O ramo da construção civil evoluiu muito com o passar do tempo, porém a impermeabilização das alvenarias hoje em dia, ainda é um tabu a ser quebrado, pois muitos profissionais não dão tanta importância a este processo tão essencial, que é evitado visando apenas retenção de custo, e deve ser feito para conservação das estruturas, prevenindo patologias, degradações e até mesmo a perda da própria edificação.

Os fatores que contribuem para a degradação das construções são diversos e, de modo geral, pode-se considerar que a falta de impermeabilização e de

cuidados com a estanqueidade são causas predominantes das patologias nas edificações.

Técnicos envolvidos nesta área avaliam que mais de 50% dos problemas em edificações têm a impermeabilização como ponto de partida, ainda que essa etapa na construção envolva apenas 2% a 3% do custo total de uma edificação [32].

Apesar de muitas tecnologias terem sido desenvolvidas para esse nicho da construção civil, uma das mais antigas e eficiente dessas tecnologias é a impermeabilização aplicando o uso de materiais betuminosos em sua composição.

2 A IMPERMEABILIZAÇÃO PIONEIRA NO BRASIL

O ato de impermeabilizar evita que patologias se desenvolvam através de infiltrações de água associada ao oxigênio e outros gases presentes em nossa atmosfera (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e o ozônio, etc). É essencial reconhecer que devido à fatores locais, materiais de construção sofrem deterioração e degradação de diferentes formas, e é preciso saber qual tratamento de impermeabilização adequado deve ser utilizado para sanar implantar na estrutura ou sanar patologias [43].

Custos para implantação de sistemas impermeabilizantes na edificação representa em média de 1 à 3% do custo total da obra, considerando todas as etapas de projeto, consultoria, fiscalização, execução e materiais de construção. Custos de manutenção em patologias de obras não impermeabilizadas podem custar em média 25% do valor total da obra dependendo de vários fatores como revestimento final aplicado e eventuais transtornos que geralmente acontecem.

Um sistema de impermeabilização na construção é de fundamental importância para a segurança da edificação e para a integridade física do usuário, além de tornar os ambientes salubres e mais adequados à prevenção de doenças respiratórias [44].

Os agentes trazidos pela água e os poluentes existentes no ar, causam danos irreversíveis a estrutura além de prejuízos financeiros, principalmente quando envolve a recuperação estrutural [37].

Por causa das obras do Metrô de São Paulo, formou-se um grupo de profissionais especialistas em várias áreas da construção civil, fizeram muitas reuniões onde criaram as primeiras normas brasileiras de impermeabilização na

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, após a publicação da primeira norma brasileira de impermeabilização em 1975, funda neste mesmo ano o IBI para prosseguir com os trabalhos de normalização e iniciar um processo de divulgação da importância da impermeabilização que prossegue até os dias de hoje [40].

3 O QUE É BETUME?

O betume é uma mistura de hidrocarbonetos de consistência sólida, líquida ou gasosa, de origem natural ou pirogênica, completamente solúvel em dissulfeto de carbono, frequentemente acompanhado de seus derivados não metálicos [9].



Figura 1: Betume em sua forma natural [33].

São denominados materiais betuminosos os seguintes materiais: betume, asfalto, pez, alcatrão, resina, nafta, azeite, óleo da terra, óleo mineral, malta, breu, piche, petróleo.

Materiais betuminosos são conhecidos pela sua característica altamente adesiva, repelência à água e por ser totalmente solúvel em dissulfeto de carbono [9]. Dissulfeto de Carbono é um solvente orgânico, volátil, usado em indústrias e laboratórios como material inicial do raio e da viscosidade [31].

Tipicamente, a composição mássica compreende 79-88% de carbono, 7-13% de Hidrogénio, vestígios de enxofre até 8%, 2-8% de oxigénio e até 3% de azoto [45].

Os principais elementos característicos do betume são densidade, viscosidade, dureza e ductibilidade. É um material viscoso, o que define a sua

resistência ao escoamento, medido através da plasticidade, se é plástico ou fluido, com o aumento da temperatura o material perde sua coesão e força de atração. Possui alta força adesiva, por atuar como um material aglomerante como o cimento ou a cal, podendo formar argamassas e concretos, mas ao contrário da cal e do cimento, o betume não precisa de água para a reação de endurecimento [22].

Os betumes também têm baixo ponto de fusão, é sólido a temperaturas inferiores à 10°, viscoso até os 50°, acima desta temperatura ele é totalmente fluido. É um material hidrofugante, ou seja, repele a água, impossibilitando que fluidos atravessem sua camada de proteção, e é praticamente inerte a maioria dos materiais de construção, não reage com o cimento, a cal, madeira, ferro, cerâmica, etc. Os materiais betuminosos se subdividem em asfaltos e alcatrões e a diferença fundamental dos asfaltos e alcatrões é que os alcatrões têm um teor mais elevado de carbono livre, o que diminui a sua solubilidade no dissulfeto de carbono e também os torna mais fluidos [9].

4 OS ASFALTOS

O asfalto é um material sólido ou semi-sólido, de cor entre preta ou pardo-escura, que ocorre na natureza ou é obtido pela destilação do petróleo, que se funde gradualmente pelo calor, e no qual os constituintes predominantes são os betumes [9].

É obtido em estado natural ou por diferentes processos físicos ou químicos, com seus derivados de consistência variável e poder aglutinante e impermeabilizante. Genericamente, quando nos referimos aos asfaltos estão incluídos uma série de derivados do petróleo, como cimentos asfálticos, asfaltos diluídos, emulsões asfálticas e asfaltos modificados. A principal aplicação dos compostos asfálticos é a pavimentação. Para obtenção do asfalto, o petróleo é submetido ao processo de destilação fracionada. Após a remoção das frações mais leves (gasolina, querosene, gasóleo), os produtos asfálticos são obtidos no fundo da torre [3].

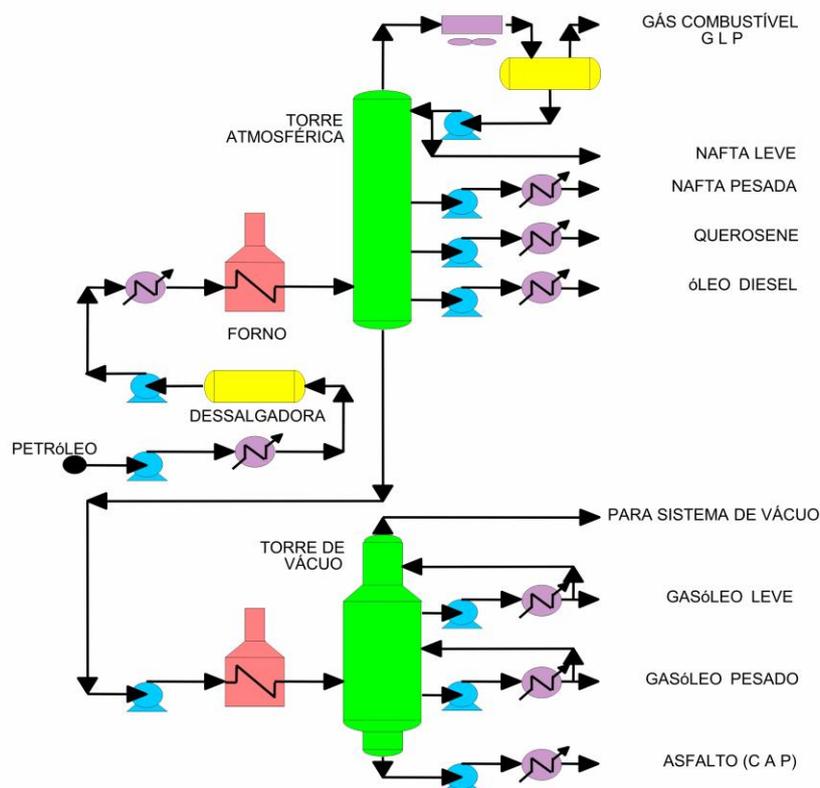


Figura 06: Processo de Extração do asfalto [47]

Cimentos Asfálticos de Petróleo – CAP: São materiais de propriedades adesivas, termoplásticas e viscoelásticas. Essas propriedades são obtidas adicionando ao betume, ligantes para alterar a reologia e alcançar características funcionais diferenciadas. Os compostos químicos modificadores são o Estireno-Butadieno, (pó de borracha, SBR), e polímeros elastômeros, como o Estireno-Butadieno-Estireno,(SBS) e o Etileno Acetato de Vinila, (EVA). Cada tipo de composto químico é selecionado a fim de alcançar as modificações das propriedades reológicas com a finalidade de resultar em características como: aumentar a elasticidade, obter menor deformação plástica quando submetidos a ambientes a altas temperaturas, melhorar a resistência a fadiga retardando o envelhecimento e rachaduras, aumentar a durabilidade e a vida útil dos pavimentos e revestimentos de impermeabilização [11].

Asfaltos Diluídos de Petróleo – ADP Também conhecidos como asfaltos recortados ou “cut-backs”, resultam da diluição do cimento asfáltico (CAP) por destilados leves de petróleo. Tal diluição tem a finalidade de liquefazer o cimento asfáltico. Quanto ao tempo de evaporação do solvente usado, os ADPs são

internacionalmente classificados em: Asfalto diluído de cura rápida (CR) com a nafta pesada como diluente e o Asfalto diluído de cura média (CM) com o querosene utilizado como diluente. Os diluentes utilizados funcionam apenas como “veículos”, resultando em produtos menos viscosos que podem ser utilizados a temperaturas mais baixas em relação às temperaturas de aplicação do CAP. Durante a aplicação, há um período de evaporação do diluente que chamamos “tempo de cura”. Após esse tempo, o produto final volta a ter consistência inicial de um CAP, ou seja, semi-sólido. A principal vantagem dessa emulsão é de não liberar diluentes voláteis derivados de petróleo para o meio ambiente. Por não possuir diluentes, o tempo de cura é reduzido, agilizando as etapas subsequentes dos serviços de pavimentação [6].

Emulsões Asfálticas – EAP: São produtos compostos por esferas microscópicas de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) dispersas em água e em suspensão ante a ação de produtos químicos conhecidos como emulsificantes. Estes produtos químicos conferem às esferas cargas elétricas que as mantêm suspensas na água sob ação de forças eletrostáticas. Emulsões Asfálticas usadas em pavimentação que possuem cargas elétricas positivas e, por este motivo, recebem a designação de Emulsões Asfálticas Catiônicas. Esta carga elétrica é representada na nomenclatura das Emulsões pela letra “C” como exemplificamos a seguir a RR-2C [17]. Para impermeabilização é um composto de material betuminoso ou asfalto aplicado à frio, emulsionado em água através de aditivos dispersantes [15].

Asfaltos Oxidados ou Soprados: São asfaltos aquecidos e submetidos à ação de uma corrente de ar com o objetivo de modificar suas características normais, a fim de adaptá-los para aplicações especiais. São geralmente usados para fins industriais como impermeabilizantes, películas protetoras, etc. As modificações físicas causadas pelo processo de oxidação são: o aumento do peso específico e consistência, diminuição da ductibilidade e da suscetibilidade térmica e da modificação de composição química [34].

Asfaltos Modificados: São uma classe especial de ligantes que receberam em sua composição um ou mais compostos que alteram as suas propriedades reológicas. Esses modificadores podem ser minerais, compostos químicos, pó de borracha ou ainda polímeros elastoméricos, tais como o SBS, SBR, EVA etc. As modificações visam conferir a estes asfaltos propriedades melhoradas em relação ao

asfalto convencional, tais como diminuição das deformações plásticas a alta temperatura, aumento da resistência ao envelhecimento, aumento da vida de fadiga, aumento da flexibilidade e elasticidade (quando elastômeros estão presentes), maior resistência a trincamentos por fadiga que redundam em redução de manutenção e aumento da durabilidade [4].

Agentes Rejuvenescedores: São produtos especialmente formulados para serem usados em serviços de reciclagem de pavimento (em usina ou in-situ). A reciclagem de pavimentos é uma técnica que visa à reutilização dos agregados e ligantes do revestimento antigo, necessitando de agente rejuvenescedor para redução da viscosidade e reposição de compostos aromáticos e resinas para recompor as características do ligante. O AR é usado para recompor a consistência original do ligante asfáltico presente no revestimento que está sendo reciclado, pois contém compostos aromáticos que devolvem ao asfalto a característica original de ductilidade e consistência (propriedades reológicas) perdidas pelo envelhecimento deste ao longo do tempo de serviço do pavimento. Os AR são asfaltos de baixa consistência, usados em serviços de reciclagem a quente. A seleção do tipo de AR a ser empregado no serviço de reciclagem dependerá das características de envelhecimento do ligante presente no revestimento a ser reciclado. Quanto mais envelhecido estiver o ligante asfáltico residual (medido em termos de penetração ou viscosidade) menos consistente deverá ser o AR a ser usado [29].

5 OS ALCATRÕES

Os alcatrões são misturas de betumes, agora com substâncias encontradas nos vegetais, principalmente essências. São líquidos oleosos e de grande viscosidade. Também tem cheiro de creolina, mais penetrante do que o asfalto e são originados da destilação da hulha, lenha, madeira, turfa, linhito, graxas e por sua vez são materiais obtidos por pirogênese (aquecimento). O processo da extração se dá através da aplicação de calor sem acesso de ar, em coqueiras e por combustão parcial da hulha com acesso de ar e vapor, em retortas [9].

Ao passar por um processo de destilação fracionada, o alcatrão de hulha dá origem a seus variados óleos, alcatrão de destilação e o piche. O alcatrão de destilação é o que utilizamos. Os óleos obtidos na purificação do alcatrão bruto são usados para diluir o alcatrão de destilação obtendo diferentes viscosidades. Piche é constituído

de 11 a 17% de betume, com muita argila, pedrisco, etc. Costuma-se moê-lo e misturá-lo com os óleos e com o alcatrão de destilação, para se obter o alcatrão composto que é de maior qualidade. O alcatrão praticamente não é mais utilizado em pavimentação desde que se determinou o seu poder cancerígeno. Além disso, apresenta pouca homogeneidade e baixa qualidade para ser utilizado como ligante em pavimentação [30].

6 VANTAGENS E DESVANTAGENS NA ESCOLHA DE UMA IMPERMEABILIZAÇÃO COM COMPOSIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO

Após conhecer os materiais betuminosos, suas características, impermeabilizantes, é necessário escolher o produto adequado para cada tipo de aplicação, e principalmente, avaliar os prós e contras destes materiais.

Vantagens: Oferecem baixo custo nos produtos, aplicação a quente e a frio, aderência a diversos tipos de superfície, flexibilidade, estanqueidade. Muitos após a cura viram atóxico, durável, muitos com resistência a luz solar, porém é preciso verificar a sua aplicação, pois alguns produtos submetidos a altas temperaturas, podem mudar seu estado físico. Apresentam alta resistência mecânica e a abrasão, mantem a sua resistência mesmo após o período de vida útil, apesar de necessitar de manutenções e tem a aceitação de diversos tipos de revestimento de acabamento [23].

Desvantagens: Variação de espessura, dificuldade de controle e fiscalização, quer pelo consumo (número de demãos ou adulteração do produto). Aplicação de várias camadas, ficando sujeitas a intempéries e interferências, aguardar tempo de secagem, caso haja algum manuseio antes do tempo de cura, poderão surgir bolhas e assim, adquirindo gasto de tempo e mão de obra [23].

7 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES DE ALVENARIA

Desde o começo da civilização, a ansiedade com a resistência das moradias era perceptível, consentindo que o homem laborasse consecutivamente na procura de aprimoramento e invenção de novos métodos construtivos, gerando o incremento tecnológico das edificações em função do aprimoramento de materiais e a criação de composições mais duráveis. Entretanto o desenvolvimento tecnológico

determinou um crescimento rápido que derivou igualmente em aspectos impresumíveis, como a degradação precoce das edificações que, por conseguinte oferece uma redução no seu desempenho. Esses aspectos negativos ocorrem de um conjunto de anomalias integradas, como por exemplo, a mão de obra sem qualificações, que geram vários problemas, cumprimento dos projetos, ocasionando dúvidas na vida útil da construção [13].

Sistemas estruturais estão presentes na humanidade a mais de dez mil anos, quando o homem deixa de ser nômade, abandonando suas moradias improvisadas e acampamentos, e sentiu a necessidade de moradia. Com o passar dos anos exigiu-se conforto e segurança. Inicia-se então a preocupação com o desenvolvimento de novos sistemas estruturais que atendam às suas necessidades. Inicialmente, com a observação da natureza em busca de respostas e outrora, através de métodos empíricos resultando em várias tentativas e erros, hoje através de métodos científicos o homem vem buscando novas alternativas e soluções estruturais. No decorrer dos anos, com a escassez de recursos naturais e a necessidade de melhor aproveitamento do espaço, surge a verticalização das moradias, os chamados edifícios em múltiplos andares. Assim é possível definir patologia como uma ciência composta por embasamentos que ilustram os organismos, as genealogias e as causas do surgimento de determinada revelação patológica, fornecendo subsídios sobre formas de recuperação e conservação contribuindo para diminuir a incidência de tais problemas [18].

Enfatiza-se que as expressões como: patologia e manifestação patológica são facilmente confundidos. Dessa forma é indispensável o entendimento de que a patologia é um conhecimento na qual se examina e esclarece de uma forma geral tudo que se alude a deterioração da edificação, enquanto que as implicações dessa estrutura de deterioração são as manifestações patológicas, e devem ser verificadas em uma inspeção [42].

De fato, é importante reconhecer que toda obra necessita de ações que previnam eventuais erros na construção, e também de manutenção preventiva, para que mantenha a vida útil esperada das estruturas, assim como sua integridade completa. Pois materiais de construção, expostos ao meio ambiente, sofrem transformações físicas e químicas, formados por fatores locais ou intemperes, contribuindo para a degradação das estruturas de alvenaria, que podem tornar-se irreversíveis e implicam na perda de qualidade e valor da edificação. Através da

História da arquitetura podemos notar que os escritos de Da Vinci já apresentavam observações e interpretações curiosas sobre diagnósticos do comportamento estático de edifícios, de causas das lesões dos muros e abóbadas das edificações, servindo como exemplo de que já existia uma ciência da conservação [25].

A vida útil é o período de tempo após a instalação de um material, componente ou sistema, em que as propriedades deste material se mantenham acima de valores mínimos adequados [5].

Logo percebe-se que depois de um certo período previsto antecipadamente, devido a seu tempo de serviço ou intempéries, ocorrerá um desgaste deste elemento, tornando-o instável e inviável economicamente para reparos.

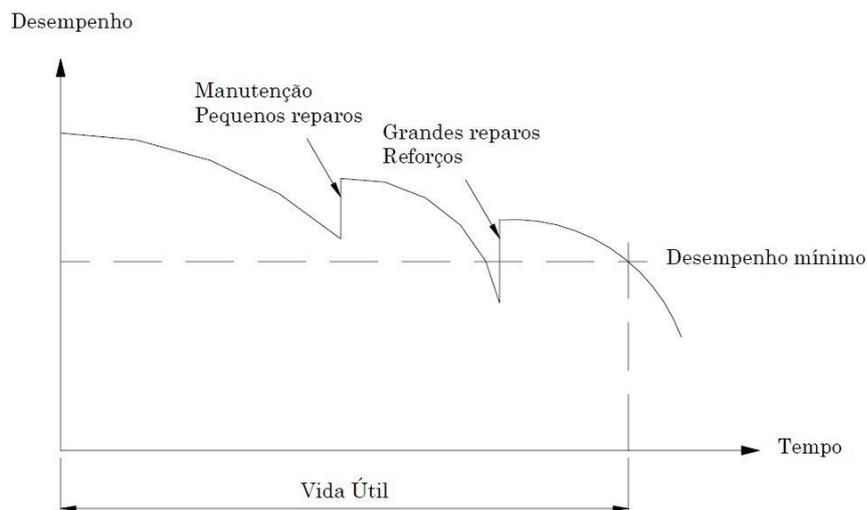


Figura 4: Gráfico de fases do desempenho de vida útil de um matérias [25]

De acordo com a Figura 4, nota-se que o binômio que compreende Vida Útil / Desempenho onde o material começa a perder sua qualidade devido algum tipo de patologia, podendo ocorrer devido à falta de manutenção e conservação das estruturas, má execução da obra ou até mesmo pelo abandono, ocorrendo a necessidade de algum tipo de intervenção na edificação, dependendo da gravidade e com essas ações procura-se manter a estanqueidade, estabilidade, e segurança das alvenarias, ou seja, caso não haja impermeabilização adequada na edificação, poderão acontecer patologias nocivas, implicando na interdição do prédio e na segurança do mesmo [25].

As patologias nas edificações que podem ser sanadas com a utilização de impermeabilização com materiais betuminosos em estruturas de alvenaria têm as

seguintes características: Umidade de infiltração, que é a passagem de umidade da parte externa para a parte interna, através de trincas ou da própria capacidade de absorção do material; Umidade ascensional, que é a umidade originada do solo, e sua presença pode ser notada em paredes e solos; Umidade de obra, que é basicamente a umidade presente na execução da obra, como em argamassas e concreto; Umidade nas alvenarias por intemperismo e precipitação, onde a água percola as paredes de cima à baixo e penetra nos poros da alvenaria [19].

Percebe-se que essas características nas estruturas, conclui-se que as patologias identificadas afetam estruturas de alvenaria e deve-se procurar meios de resolvê-las, portanto utilizaremos soluções com materiais betuminosos na composição.

8 PATOLOGIAS EM ALVENARIAS

Eflorescência: A eflorescência é a formação de depósitos salinos na superfície do concreto ou argamassas, etc. Como resultado da sua exposição à água de infiltrações ou intempéries. É considerado um dano, por alterar a aparência do elemento onde se deposita. Há casos em que seus sais constituintes podem ser agressivos e causar degradação profunda. A modificação no aspecto visual é intensa onde há um contraste de cor entre os sais e o substrato sobre as quais se deposita. Como exemplo, a formação branca de carbonato de cálcio sobre o concreto cinza.

Quimicamente a eflorescência é constituída principalmente de sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-ferrosos (cálcio e magnésio, solúveis ou parcialmente solúveis em água). Pela ação da água, estes sais são dissolvidos e migram para a superfície da estrutura e a evaporação da água resulta na formação de depósitos salinos. As causas que favorecem para o desenvolvimento de eflorescências atuam em associação com o teor de sais solúveis, pressão hidrostática que se movimenta para a superfície da alvenaria e a presença de água na estrutura, contribui para proliferação da patologia [27].

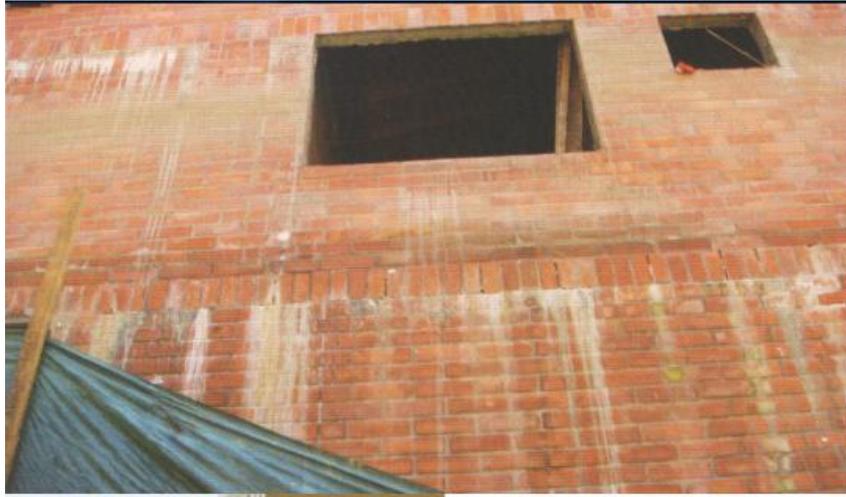


Figura 5: Eflorescência abundante por supersaturação de umidade de obra [38].

Saponificação: A saponificação se dá pela manifestação de manchas na superfície da pintura da alvenaria, provocando o destacamento ou degradação das pinturas, notadamente as do tipo PVA, de menor resistência. A saponificação também ocorre, devido à alta alcalinidade do substrato, que pode ter se manifestado pela eflorescência dos sais altamente alcalinos 41.



Figura 6: Parede com saponificação na alvenaria [20].

Umidade Ascendente: A ascensão de água nas paredes pode ocorrer até alturas significativas e é inversamente proporcional ao diâmetro dos seus poros, ou seja, quanto menor o seu diâmetro, maior é a altura que a água poderá atingir. Estes

condutos capilares são canais de diâmetro finíssimo, que serpenteiam através dos materiais com uma rede de conexões com ar entre si, saturando os materiais com água que avança vencendo a força da gravidade podendo atingir grandes alturas [2].

As patologias surgem debaixo para cima, devido à solos saturados ou pela própria precipitação, fundações e alvenarias não impermeabilizadas ou com o serviço de impermeabilização inadequado, onde a água percola nos poros do solo e infiltrando nos vazios da estrutura, atingindo pisos e paredes da edificação [1].



Figura 7: Umidade Ascendente com manchas escuras e degradação de pinturas [46].

Bolhas Superficiais: O maior poder impermeabilizante, de alguns tipos de tintas e adesivos de revestimentos, dificulta a dissipação do vapor de água ou a própria água encontrada no substrato, podendo provocar o deslocamento e formação de bolhas nas pinturas ou revestimentos. Normalmente ocorrem em tintas alquídicas (esmaltes, óleo), epóxi, hysalon, bem como perda de propriedades adesivas de colas de revestimentos de papéis, vinílicos, laminados, etc [41].



Figura 8: Bolhas superficiais em revestimento [36].

Bolor: A absorção ou presença de umidade nas tintas, notadamente dos tipos PVA, em função das resinas e aditivos da formulação (espessantes, plastificantes, etc.), proporcionam condições adequadas para o surgimento e crescimento de colônias de fungos e bactérias, notadamente em ambientes pouco ventilados e luminosos. O desenvolvimento de bolor ou mofo em edificações é ocorrência comum em climas tropicais. O bolor está associado a existência de alto teor de umidade no componente atacado e no meio ambiente, podendo interferir na salubridade e habitabilidade da edificação. Também pode ocorrer o emboloramento em paredes com umidade provocada por vazamentos ou infiltrações. Os fungos têm seu desenvolvimento bastante afetado pelas condições ambientais, notadamente pela umidade e temperatura. Sua manifestação ocorre em ambientes com elevado teor de umidade ou ambiente com elevada umidade relativa do ar (acima de 75%). Desenvolvem-se bem entre temperaturas de 10 a 35° C. Estas condições ambientais são genéricas, pois mesmo fora destes referenciais, podem ocorrer emboloramento, dependendo da espécie de fungos consideradas [41].



Figura 9: Parede com manchas de bolor [14].

9 SOLUÇÕES DE PATOLOGIAS COM A APLICAÇÃO DE MATERIAIS BETUMINOSOS NA COMPOSIÇÃO

A eflorescência e a saponificação são difíceis de serem retirada, porque a maioria dos ácidos, como o acético ou muriático penetram na matriz cimentícia das paredes e também podem também manchar pedras e cerâmicas [16].

Remover o reboco até chegar à alvenaria a uma altura de, no mínimo, 1m quando a umidade estiver até 0,50m do piso. Quando esta estiver acima de 0,50m, remover 0,50m acima da marca de umidade mais alta da parede. Fazer reparos em nichos e falhas de concretagem na estrutura e, se necessário executar uma camada de regularização. Pode-se umidificar (não encharcar) a área de aplicação da argamassa com emulsão asfáltica [10].

Para limpeza, caso tenha revestimentos, deve se raspar totalmente a pintura juntamente com todas as patologias superficiais, até atingir a camada de emboço da alvenaria, geralmente se recomenda o uso de ácido sulfâmico ou ácido amido sulfônico. Deve-se utilizar uma solução em torno de 5%, tomando-se o cuidado de se efetuar testes iniciais e tomar o cuidado também em proteger superfícies metálicas e outras adjacentes. Para patologias de eflorescência é indicando a utilização de hidrófobo na argamassa de proteção. Aplicação de duas demãos cruzadas de argamassa. Importante também é fazer uma boa drenagem sobre o sistema impermeável utilizando-se um geotêxtil ou uma camada drenante no traço 1:8 (cimento e areia) com a utilização de emulsão asfáltica na mistura da argamassa [16]. Alerta-se que com o passar do tempo podem surgir novas eflorescências que preenchem os poros do material, fazendo com que a eficiência do sistema seja reduzida, logo recomenda-se manutenção na impermeabilização [7].

Para patologias de umidade ascendente utilizamos a aplicação de membrana asfáltica nas fundações da edificação, e emulsão asfáltica nas paredes externas limítrofes formando um rodapé, até uma altura da ordem de 30cm para evitar que a capilaridade da água penetre nas paredes ocasionando as patologias [9]. Outra maneira conter umidades ascendentes é a realização a barreira física é fazendo cortes mecânicos na alvenaria com cerca de 1m de comprimento que vão sendo preenchidos por materiais estanques do tipo membranas betuminosas, após efetuada a limpeza das aberturas com o objetivo de assegurar a aderência do produto. Deve-se tomar cuidado também para que não haja assentamentos posteriores [7].

Para bolhas superficiais e o bolor, primeiramente deve-se limpar a parede de alvenaria em questão, caso a concretagem do emboço esteja comprometida, deverão ser tratados com argamassa de cimento e areia, 1:3, utilizando ADSO na água de amassamento. Sendo que a superfície deve ser previamente chapiscada e rebocada, traço 1:2 (cimento : areia grossa) e utilizar ADSO na água de

amassamento para o chapisco e traço 1:3 (cimento : areia fina) para reboco fino com acabamento feltrado ou feito com espuma. Logo após isso, aplica-se a tinta asfáltica elastomérica à base água, homogeneizando antes e durante a aplicação. Aplicar a primeira demão para penetração, devendo ser uma mão escassa, porém, cobrindo toda a superfície. Aguardar oito horas para a secagem completa, e depois a segunda demão na direção cruzada em relação a primeira e aguardar oito horas para a secagem completa. Logo após, aplicar a terceira demão na direção cruzada em relação a segunda e aguardar oito horas para a secagem completa [8].

Verificou-se que as soluções de eflorescências e saponificações encontradas nas paredes de alvenaria interna recomendou se remover os revestimentos e reboco pois os ácidos característicos dessas patologias acometem exatamente essas camadas da alvenaria. Onde deve-se substituir o reboqueio por uma nova camada de argamassa polimérica com agentes impermeabilizantes, onde encontra-se a emulsão asfáltica entre elas, garantido novamente a estanqueidade da parede no local onde havia problemas [10].

O uso de materiais químicos no combate das patologias também se mostra eficiente, pois eles queimam os fungos e agentes causadores das patologias, deve haver precauções no uso dessas substâncias, pois em quantidade inadequada, tornam-se danosas para as estruturas da alvenaria e as demais que estão próximas. Logo após a limpeza total das patologias, efetuar o reforço da camada com o emboço impermeável, com emulsões asfálticas citadas anteriormente, e uma camada de regularização, para poder retornar a manutenção dos revestimentos, etc [16].

Nas umidades ascendentes busca-se sanar os problemas diretamente na origem, como característica desta patologia, conhecida por percolar água a partir da fundação da edificação, até atingir as alvenarias, então como efeito preventivo, em obras com planejamento adequando desde sua concepção, aplica-se membrana asfáltica diretamente nas fundações, sapatas, vigas baldrame, etc, em conjunto com utilização de emulsões asfálticas, afim de proteger que patologias infiltrem nas áreas internas da alvenaria [9].

Caso não tenha sido efetuado a impermeabilização das funções, deve-se criar obstáculos, a ponto de impedir que os fluidos penetrem na estrutura, utilizando-se de membranas asfálticas, aplicadas em cortes na alvenaria para colocação da mesma [7].

Bolores e bolhas superficiais são basicamente patologias que ocorrem devido à má aplicação do material utilizado, ou até mesmo devido a falta de observação do indivíduo, no estado que se encontra a alvenaria, para poder fazer os procedimentos corretos e executar as pinturas e revestimentos com eficiência. Resultado dessas ações são patologias que degradam totalmente os revestimentos, e deve-se ser completamente removido para colocação de outra camada. Como prevenção, antes da pintura, deve-se aplicar as demãos de tinta asfáltica elastomérica para prevenir que as camadas de revestimento venham romper-se futuramente [8]. Causando prejuízos estéticos, estruturais, pois pode desencadear outras patologias, e financeiros para edificação.

10 CONCLUSÃO

No ramo da construção civil atual, percebe-se que através de pesquisas e relatos de profissionais, a falta de destaque do processo de impermeabilização das estruturas desde a sua concepção, comprometendo todas as estruturas, não somente das alvenarias, como foi citado no trabalho, para que em curto e médio prazo essas edificações tenham prejuízos muito maiores do que se fossem antecipadamente planejada a impermeabilização no início da obra. Originando patologias que comprometem a estanqueidade, salubridade e a própria estabilidade da estrutura construída para ter uma durabilidade considerável, causando infiltrações, umidades em vários locais, que dependendo de como foi inicialmente executado ou devido ao ambiente exposto, pode-se gerar uma patologia característica daquele local.

Os materiais betuminosos são os impermeabilizantes mais antigos conhecidos e utilizados na história da humanidade, conforme relatado no trabalho, desde os primórdios são manuseados para prevenir os seres humanos de ações do meio ambiente às estruturas.

Conhecidos pela sua eficiência e durabilidade, se manuseado por uma mão-de-obra qualificada, pode-se obter um sucesso impermeabilizando as estruturas de alvenaria com estes materiais, que para cada tipo de produto, existe uma maneira adequada de aplicação.

Fabricantes de produtos impermeabilizantes disponibilizam em seus catálogos vários produtos impermeabilizantes e normas brasileiras apresentam em seus manuais técnicos maneiras de como prevenir nossas construções de ações da água e do meio ambiente, utilizando os próprios materiais betuminosos, que de maneira geral, mostram-se eficientes e de baixo custo inicial.

A construção civil necessita que seus profissionais se especializem na área da impermeabilização, buscando fórmulas e meios para que problemas sejam evitados, e vidas possam ser salvas através de planejamento prévio adequado deste processo.

REFERÊNCIAS

[1] AECWEB. **Impermeabilização, drenagem e instalações de proteção evitam umidade ascendente.** [Consultado em 03/10/2018]. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/impermeabilizacao-drenagem-e-instalacoes-de-protecao-evitam-umidade-ascendente_15623_0_0>.

[2] ALVES, P. R. **Umidade ascendente: estudo da patologia nas residências.** Monografia de UFPA – Universidade Federal do Pará, 2011.

[3] Asfaltos. [Consultado em 27/09/2018]. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/petroleo-e-derivados2/asfalto>>.

[4] **Asfaltos Modificados.** [Consultado em 27/09/2018]. Disponível em: <https://www.betunel.com.br/asfaltos_modificados.html>.

[5] ASTM E632-82: **Standard Practice for Developing Accelerated Tests to Aid Prediction of the Service Life of Building Components and Materials**, 1996.

[6] **Asfalto Diluído de Petróleo.** [Consultado em 09/09/2018]. Disponível em: <<https://www.betunel.com.br/adp.html>>.

[7] BARBOSA, R. **Patologia da impermeabilização de edificações: aspectos técnicos e metodológicos.** Projeto de Graduação da UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

[8] **Bloktume flex ac tinta asfáltica impermeabilizante elastomérica base água.** [Consultado em 15/09/2018]. Disponível em: <<https://souzafilho.com.br/bloktume-flex-ac/>>.

[9] BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de Construção: Novos Materiais Para Construção Civil.** Vol. 2. 5ª ed. Ed. LTC Ano 1994.

[10] CIPLAK IMPERMEABILIZANTES. **Manual Técnico de Impermeabilização**. Maio, 2017

[11] **CONTROLE DE VISCOSIDADE EM CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO**. [Consultado em 14/09/2018]. Disponível em: <<https://www.braseq.com.br/viscosimetro-asfalto>>.

[12] COSTA, A.; BALDIOTTI, J. **IMPERMEABILIZAÇÃO**. UFVJM - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2013.

[13] DARDENGO, C. F. R. **Identificação de patologias e proposição de diretrizes de manutenção preventiva em edifícios residenciais multifamiliares da cidade de Viçosa – MG**. Dissertação do Programa de Pós-Graduação da UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2010.

[14] ECYCLE. **Descubra os locais da sua casa em que pode haver mofo**. [Consultado em 03/10/2018]. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/35-atitude/1548-descubra-os-locais-da-sua-casa-em-que-pode-haver-mofo.html>>.

[15] **EMULSÃO ASFÁLTICA – APLICAÇÃO**. [Consultado em 09/09/2018]. Disponível em: <<https://www.idd.edu.br/blog/idd-news/emulsao-asfaltica-aplicacao>>.

[16] **Eflorescência**. [Consultado em 10/09/2018]. Disponível em: <<http://www.citimat.com/eflorescencia.php>>.

[17] GRECA ASFALTOS. **FATOS & ASFALTOS - INFORMATIVO TRIMESTRAL**. JUNHO. ANO 6. No17, 2009

[18] FERREIRA, J, K, O. **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIAS – UMA REVISÃO DE LITERATURA COM ÊNFASE EM FISSURA**. Monografia da UFRSA - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO, 2012

[19] HUSSEIN, J. S. M. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais cidade de Campo Mourão – PR.** Monografia de UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

[20] HEALTINTAS. **Fissuras em Alvenarias.** [Consultado em 05/10/2018]. Disponível em: <<http://www.healtintas.com.br/fissuras-em-alvenaria.html>>.

[21] **História da Impermeabilização.** [Consultado em 05/10/2018]. Disponível em: <<http://aei.org.br/historia-da-impermeabilizacao/>>.

[22] ISAIA, G. C. **Materiais de construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** IBRACON - Instituto Brasileiro do Concreto, v.2, n.2, 2010.

[23] **Impermeabilização com membranas.** [Consultado em 14/09/2018]. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAiOsAA/impermeabilizacao-com-membranas?part=2#>>.

[24] **Impermeabilização, drenagem e instalações de proteção evitam umidade ascendente.** [Consultado em 20/09/2018]. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/impermeabilizacao-drenagem-e-instalacoes-de-protecao-evitam-umidade-ascendente_15623>.

[25] LERSCH, I. M. **Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre.** Dissertação ao Programa de Pós-Graduação da UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

[26] MORAES, C. **Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre.** Dissertação ao Programa de Pós-Graduação – UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

[27] **Manifestações Patológicas na Impermeabilização de Estruturas de Concreto em Saneamento.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=703>>. Consultado em 15/09/2018.

[28] **Materiais Betuminosos.** [Consultado em 04/10/2018]. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAf0X4AE/materiais-ii-betuminosos?part=2#>>.

[29] **O que são Agentes Rejuvenescedores.** [Consultado em 15/09/2018]. Disponível em: <<https://www.betunel.com.br/pdf/ar.pdf>>.

[30] OLIVEIRA, ALVES, PEREIRA, CARVALHO, LUÍS, CANDINE. **Materiais betuminosos.** UEG – Universidade Estadual de Goiás, 2014.

[31] OLSON, K. R. **Manual de toxicologia clínica.** AMGH Editora Ltda. 6ª ed, 2014.

[32] PINETTI, C. **Impermeabilização em lajes de cobertura: análise da execução com sistema flexível de manta asfáltica.** Programa de Pós-Graduação da Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2012.

[33] PROFESSORA LUCIANE KAWA. **O betume natural.** [Consultado em 27/09/2018]. Disponível em: <<http://professoralucianekawa.blogspot.com/2014/07/o-betume-natural.html>>.

[34] PIZZORNO, B. S. **Efeito do Solvente e da Temperatura na Morfologia Superficial do Cimento Asfáltico de Petróleo.** Dissertação ao Curso de Mestrado da UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

[35] NAVARRO, R. F. **A Evolução dos Materiais. Parte1: da Pré-história ao Início.** REVISTA ELETRÔNICA DE MATERIAIS E PROCESSOS. Era Moderna. ISSN 1809-8797. v. 1, 1, 2006.

[36] ROCK TINTAS. **Corrigindo problemas de pinturas**. [Consultado em 03/10/2018]. Disponível em: <<http://rocktintas.com.br/dicas-de-pintura/corrigindo-problemas-de-pinturas/>>.

[37] RIGHI, G. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções - análise de casos**. Dissertação ao Curso de Mestrado da UFSM - Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

[38] RESEARCHGATE. **Análise de manifestações patológicas em edifícios de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos em empreendimentos de interesse social de santa catarina**. [Consultado em 03/10/2018]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-55-Eflorescencia-abundante-por-super-saturacao-de-umidade-de-obra-Fonte-Adaptado_fig51_301890959>.

[39] RODRIGUES, Z. F. **A importância do processo de impermeabilização na construção civil**. Monografia do Centro Universitário do Norte - UNINORTE, 2015.

[40] SANTOS, C. B. DOS. **Sistemas de impermeabilização: estudo de casos de impermeabilização de pé de parede na pós-ocupação e de laje de terraço em feira de Santana-BA**. Monografia da UEFS - Universidade Estadual de Feira de Santana, 2010.

[41] SCHÖNARDIE, C. E. **Análise e tratamento das manifestações patológicas por infiltração em edificações**. Monografia da UNIJUÍ - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2009.

[42] SILVA, F. B. DA. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil**. Artigo. Edição 174, 2011.

[43] SILVA, VIEIRA, GALLI E DONATONI. **Aplicação de mantas asfálticas na impermeabilização de lajes de coberturas**. Artigo do ENTECA - IV ENCONTRO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA, 2003.

[44] **Sistemas de Impermeabilização na Construção Civil.** [Consultado em 04/05/2018]. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=1306>>.

[45] **Sobre os betumes.** [Consultado em 06/10/2018]. Disponível em: <<http://engenharia-quimica.blogspot.com/2013/01/sobre-os-betumes.html>>.

[46] SHUTTERSTOCK. **Rain water leaks on the ceiling causing damage, peeling paint and moldy.** [Consultado em 04/10/2018]. Disponível em: <<https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/rain-water-leaks-on-ceiling-causing-601945550>>.

[47] Universidade Federal de Juiz de Fora. **PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA.** [Consultado em 03/10/2018]. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2018/03/Cap-2-Ligantes-asf%C3%A1lticos.pdf>>.