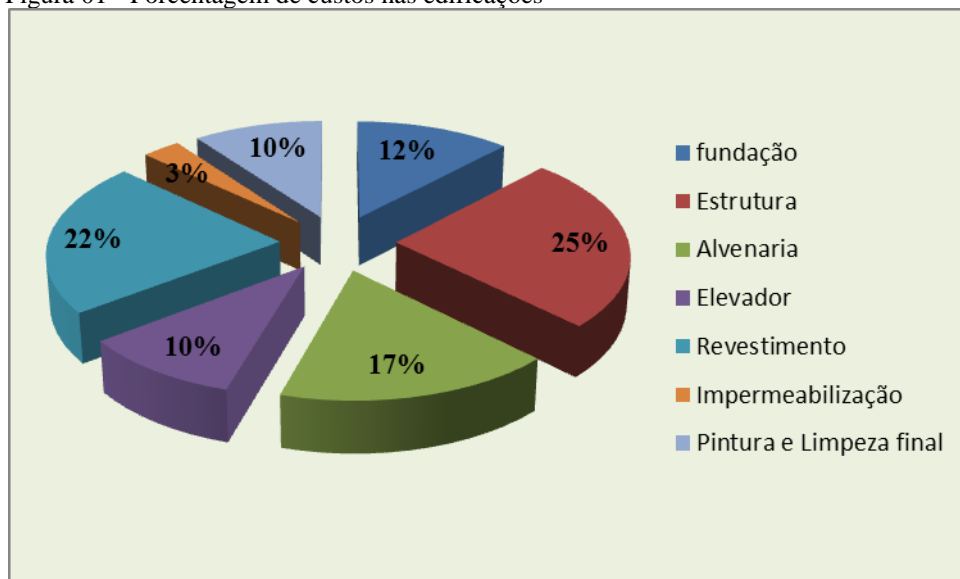


## 1 INTRODUÇÃO

A umidade é a principal responsável por diversas patologias ocasionadas ao longo da vida útil das edificações, provocando desgastos que prejudicam desde a saúde dos usuários até a geração de problemas estruturais graves, comprometendo a vida útil da mesma. A primeira etapa de um processo de impermeabilização consiste em prever e analisar todas as condições que favorecem o aparecimento e acúmulo de água nas edificações, para assim adotar as medidas mais adequadas, tendo em vista que medidas corretivas implementadas após a execução da obra, sem previsão no projeto original, geram custos adicionais, dificuldades operacionais, imposições arquitetônicas, que muitas vezes, impedem a adoção das medidas mais adequadas, tornando a solução paliativa e de baixa durabilidade, sendo este o ponto de partida para evidenciar a importância desta etapa no processo construtivo.

Os custos referentes a impermeabilização nas edificações, conforme observado na figura 01, correspondem a cerca de 1% a 3% dos custos gerais da obra, sendo responsável por 50 % dos problemas decorrentes nas mesmas, ainda podendo ser observado que os custos de reparos podem chegar a 20% de seu custo total, tendo como origem destas patologias, a falta do projeto de impermeabilização, desinformação ou até mesmo negligência, evidenciando com os dados acima a importância da impermeabilização, tendo em vista sua pequena parcela nos custos totais da edificação e os grandes danos causados pela sua falta.

Figura 01 - Porcentagem de custos nas edificações



Fonte: (VEDACIT, 2016)

## 1.1 Objetivos do trabalho

### 1.1.1 Objetivo geral

O trabalho tem por objetivo proporcionar conhecimento técnico sobre a impermeabilização em edificações, bem como orientar e informar sobre a importância da estanqueidade da construção, além de analisar em estudos de caso quais métodos são adotados, possíveis falhas, comparativos entre a implantação correta de um sistema de impermeabilização e os custos futuros gerados pela falta do mesmo.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Orientar e informar sobre a importância da estanqueidade das edificações;
- Analisar as principais patologias provocadas pela falta de um correto sistema de impermeabilização;
- Analisar os principais sistemas impermeabilizantes;
- Analisar locais de ocorrência;
- Apontar possíveis soluções;
- Estudo de caso de obras;
- Comparativo de custos entre a impermeabilização de uma obra seguindo um projeto executivo de impermeabilização durante sua execução e os custos referentes a solução para se implementar para correção contra os danos provocados pela falta de um sistema impermeabilizante.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Patologias em edificações

Segundo Bauer (2004), as estruturas estão sujeitas a uma série de fatores que poderão comprometer sua durabilidade e até mesmo sua estabilidade, desde a fase de projeto até ao longo de sua vida útil.

Helene (1994), ainda cita que o concreto pode ter uma vida útil extremamente longa, desde que receba a manutenção periódica, haja vista que as inconformidades decorrentes da falta de manutenção ou inexistência de proteção contra os diversos fatores, podem gerar patologias de intensidade e incidência significativas, acarretando altos custos para correção, comprometendo e reduzindo a capacidade resistente, podendo levar ao colapso parcial ou total da estrutura.

#### 2.1.1 Umidade provinda do solo

Todo solo contém umidade, inclusive o rochoso, segundo Verçosa (1987). Em muitos casos, a umidade tem pressão suficiente para romper a tensão superficial da água, e neste caso, quando houver uma estrutura porosa (terra, areia), a água do subsolo sobe por capilaridade e permeabilidade até que haja equilíbrio. Esta pressão varia, se tornando maior, dada à proximidade do lençol freático do terreno. Segundo o mesmo autor, se uma parede porosa (tijolos, argamassa de cal) entrar em contato com o terreno, a água continua a subir pela capilaridade da parede, umedecendo-a. Por esta razão, nunca se deve encostar terra diretamente sob os tijolos, reboco ou concreto, pois absorvem esta umidade.

A umidade do subsolo tem por agravante trazer consigo sais que podem despregar as argamassas, além de manchá-las.

#### 2.1.2 Umidade provinda da atmosfera

As umidades devidas à atmosfera estão presentes em duas formas principais:

- Infiltração de águas de chuva;
- Condensação.

Segundo Verçosa, (1987), as águas de chuva penetram nas edificações por pressão hidrostática e percolação sendo comum sua penetração por goteiras em telhados, calhas e má

vedação em esquadrias, neste caso a solução geralmente é mecânica, e não de impermeabilização.

Outra possibilidade se dá por percolação da água, que atravessa os terraços e paredes, quando estas não são impermeáveis, ocasionando manchas no interior.

A condensação é muito comum em peças enterradas, pois neste caso as peças estão frias e há pouca ventilação, ocasionando a condensação da água nas paredes devido à falta de ventilação para secá-las.

### 2.1.3 Umidade provinda da própria obra

Em uma edificação, nem todas as manchas são decorrentes da umidade da atmosfera ou umidade do solo, podem decorrer de canalizações e reservatórios, que devem ser absolutamente impermeáveis.

De acordo com Vercoza (1987), os próprios materiais podem causar problemas de umidade, como a alvenaria nova, que contem cerca de 130 a 230 litros de água pro metro cúbico, a madeira nova com cerca de 15 a 40% de seu peso em água, devendo se levar em conta este tipo de formação de umidade, garantindo um tempo de seca suficiente para execução da pintura

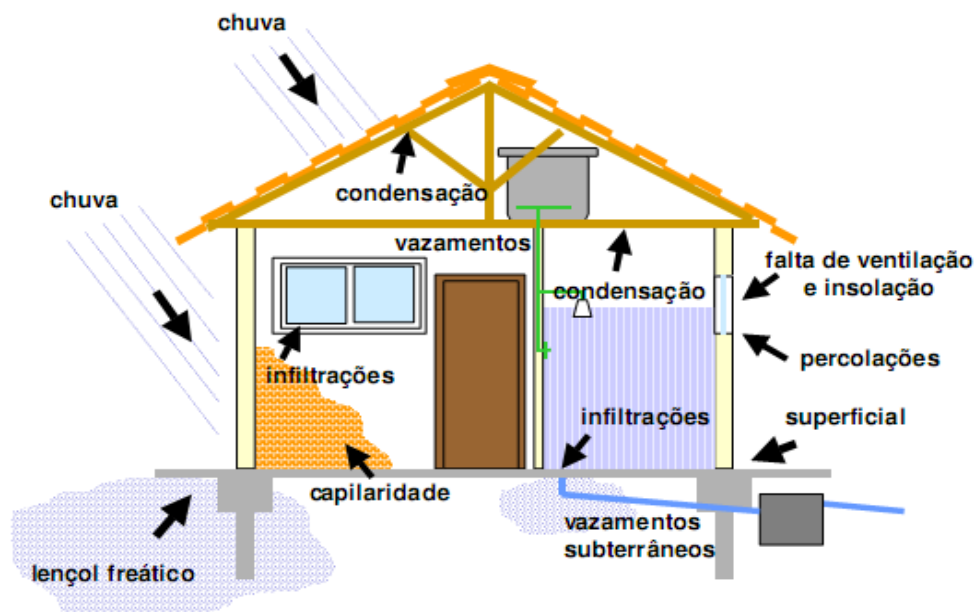
## 2.2 Tipos de infiltrações

Segundo Cunha e Neumann (1979), primeiramente se faz necessário identificar os pontos em que a água pode entrar para se avaliar qual seu mecanismo de infiltração, e posteriormente, qual a metodologia indicada para sua correta solução.

Os mecanismos de infiltração da água devido à presença de umidade podem se apresentar de diferentes formas, dentre as quais, as principais são:

- Absorção capilar de água;
- Umidade de infiltração;
- Umidade por condensação;
- Umidade por percolação;
- Água sob pressão.

Figura 02 - Atuação dos fluidos em uma edificação



Fonte: (CASA D'ÁGUA, 2016)

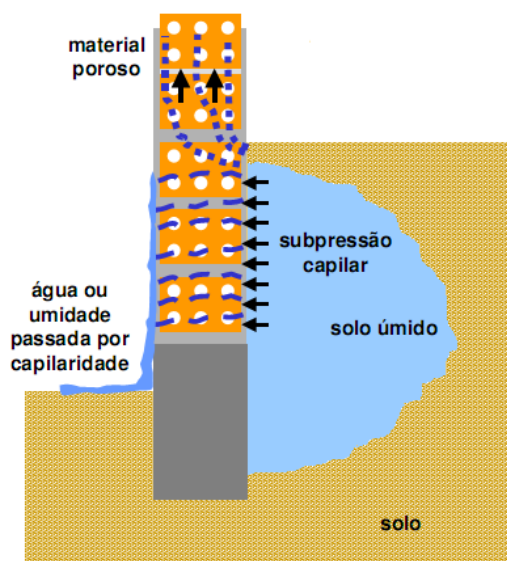
### 2.2.1 Absorção capilar de água

Segundo a Vedacit (2016) em seu manual técnico, a água existente no solo pode subir pelas paredes a quase um metro, provocando o descascamento da pintura, deslocamento do reboco e surgimento de mofo, não sendo o problema solucionado com a pintura e sim com a análise da causa da infiltração /ou umidade. A ascensão da água nas paredes se dá pelos capilares.

Segundo Verçoza (1987), são oriundos da descontinuidade dos materiais utilizados na construção civil, formando uma rede de espaços vazios que vão sendo preenchidos pela água, à medida que esta se desloca dentro do material.

Os materiais de construção absorvem a água capilar quando estes estão em contato direto com a umidade, seja provinda do solo, atmosfera ou da própria obra. Segundo Yazigi (1997), isso ocorre, principalmente, em fachadas e em regiões em contato com o solo e sem impermeabilização. A água é conduzida através de canais capilares existentes no material, pela tensão superficial. Caso a água seja absorvida permanentemente pelo material de construção e não seja eliminada pela ventilação, será transportada gradualmente para cima pela capilaridade. Este é o mecanismo típico da umidade ascendente em paredes.

Figura 03 - Umidade ascendente ou por capilaridade



Fonte: (CASA D'ÁGUA, 2016)

### 2.2.2 Umidade de infiltração

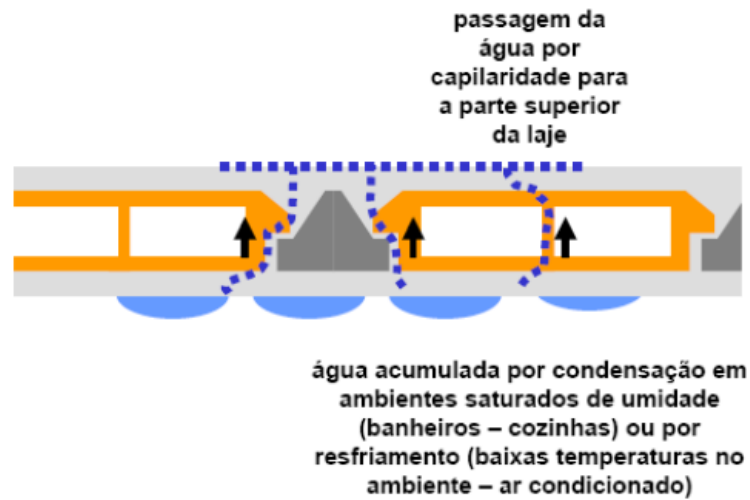
Segundo Venturini (2009), umidade de infiltração é aquela que passa de uma área para outra através de pequenas trincas.

Yazigi (1997) cita que se o local, em contato com o solo, sem a devida impermeabilização correta, absorverá água pelo material de construção através de seus poros, podendo se agravar, caso a umidade seja submetida a certa pressão, como no caso do fluxo de água em pisos com desnível.

### 2.2.3 Umidade por condensação

Segundo a NBR 9575/2003, umidade por condensação ocorre quando a água com origem na condensação de vapor d'água está presente no ambiente sobre a superfície de uma estrutura. É necessário levar em consideração que a temperatura do ar e a temperatura das paredes de uma edificação podem ser muito distintas, provocando tal condensação quando a umidade relativa do ar for mais elevada em virtude da redução da temperatura. Isso ocorre, pois as paredes inferiores da edificação possuem temperaturas mais baixas que as exteriores (Yazigi 1997).

Figura 04 - Umidade por condensação

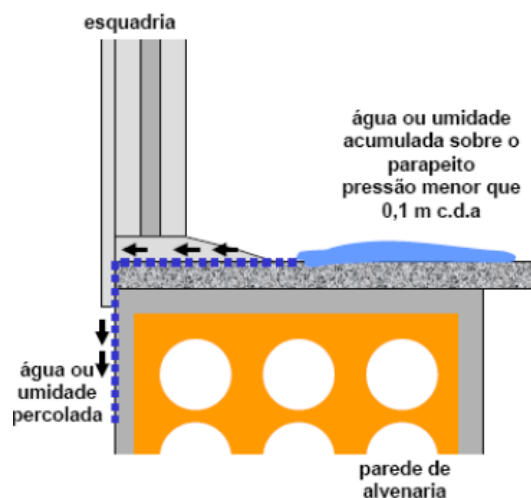


Fonte: (CASA D'ÁGUA, 2016)

#### 2.2.4 Umidade por percolação

Conforme Verçosa (1987), umidade por percolação ocorre quando o escoamento da água em terraços, coberturas, boxes de banheiro é livre, sem exercer pressões hidrostáticas sobre os elementos construtivos. O referido autor define ainda, que água de percolação é um fenômeno de osmose, no qual a sua passagem se dá grão a grão, como no caso de paredes, em que a água encharca um grão, que por sua vez, encharca o próximo, até atravessar toda a estrutura. A água de circulação também atua como umidade por capilaridade.

Figura 05 - Umidade por percolação

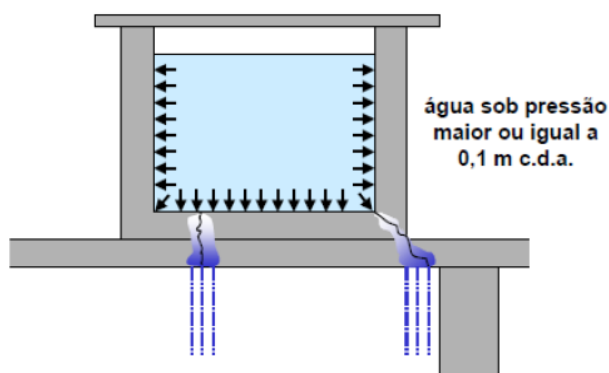


Fonte: (CASA D'ÁGUA, 2016)

### 2.2.5 Água sobre pressão

Água sobre pressão é a água que atua em caixas d'água, reservatórios enterrados, subsolos, exercendo pressões hidrostáticas.

Figura 06 – Água sob pressão em reservatório



Fonte: (CASA D'ÁGUA, 2016)

### 2.3 Patologias promovidas pela umidade

A umidade é um grande inimigo das construções e da saúde de seus moradores, cita Ripper (1996), e que muitas vezes é negligenciada durante a execução da obra, sendo responsável pelo surgimento de inúmeras patologias nas edificações. É de extrema importância a previsão e análise da probabilidade de surgimento de tais problemas a fim de garantir a segurança e a qualidade dos elementos da construção.

A ausência de impermeabilização em áreas molhadas é a principal geradora de diversas patologias na edificação, dentre elas: goteiras, manchas, mofo, apodrecimento, ferrugem, eflorescências, criptoflorescência e deterioração (Verçosa, 1987).



Tabela 01 - Origens das patologias na edificação

<b>Origens</b>	<b>Presente em</b>
Umidade provinda da execução	Confecção do concreto Argamassas e pinturas
Umidade das chuvas	Coberturas, paredes, lajes e terraços.
Capilaridade	Paredes
Vazamentos de rede de água e esgoto	Paredes, terraço, pisos e telhados.
Condensação	Paredes, forros, pisos, banheiros, cozinhas e garagem.

Fonte: (KLEIN, 1999)

### 2.3.1 Goteiras e manchas

Ao atravessar uma barreira, a água pode causar uma mancha que, dependendo da sua quantidade, poderá ocasionar goteiras. Segundo Verçoza (1987), tal fenômeno é consequência de inconformidades na execução de uma obra, o que gera retrabalho futuro. A umidade permanente na estrutura deteriora qualquer material e compromete a obra.

### 2.3.2 Mofo e apodrecimento

Verçoza (1987) cita que, também a madeira, apodrece devido ao mofo e bolor, fungos vegetais, cujas raízes ácidas penetram na madeira e as corroem que por sua vez, também se aderem na alvenaria, escurecendo as superfícies e com o tempo vão desagregando-as. Esta patologia não se manifesta em locais secos, sendo decorrentes, exclusivamente, da umidade.

### 2.3.3 Ferrugem

À oxidação do ferro e do aço dá-se o nome de ferrugem que ocorre pela transformação lenta de um metal em seus óxidos. A umidade favorece o aparecimento da ferrugem. Segundo Verçoza (1987), nesse sentido, deve-se optar por um concreto impermeável.

Caso a umidade se infiltre no concreto, a armadura poderá enferrujar, aumentando seu volume e quebrando o cobrimento do concreto armado. Uma das consequências mais sérias é a reação do concreto com a água, quando o mesmo possui substâncias que se tornam oxidantes em contato com esta.

Como exemplo podemos citar o cloreto de cálcio, utilizado como aditivo acelerador de pega, que ao contato com a água, gera ácido clorídrico, que coroe com extrema rapidez a armadura, podendo gerar, inclusive, a ruptura da estrutura.

#### 2.3.4 Eflorescência

São formações de sais nas superfícies das paredes, provindos do seu interior e trazidos pela umidade. As eflorescências causam maus aspectos, manchas e descolamento da pintura. Ulsamer (1989) cita sua aparência como manchas, geralmente brancas, encontradas em superfícies de alvenaria, o que complementa Verçoza (1987), que o sintoma piora quando elas se alojam entre os tijolos e reboco, fazendo estes descolar.

Em resumo, as eflorescências aparecem quando a água que atravessa uma parede contem sais solúveis, presentes nos tijolos, areia, concreto ou argamassa. Pode ser combatida evitando a penetração da água nas paredes.

Bauer (1994) cita alguns sais causadores da eflorescência como nitratos alcalinos, carbonatos de cálcio, hidróxidos de cálcio, cloretos de cálcio, sais de ferro e sulfoaluminato de cálcio.

#### 2.3.5 Criptoflorescência

De acordo com Verçoza (1987), criptoflorescência é a formação de salinas, onde os sais formam grandes cristais que se fixam no interior da parede ou estrutura, e ao crescerem, podem pressionar a massa, formando rachaduras e posterior deslocamento. Seu maior causador é o sulfato, que ao receber água, aumenta de volume, gerando pressão, que provoca a desagregação dos materiais, principalmente das camadas superficiais.

#### 2.3.6 Degradação das pinturas e revestimentos

Os materiais de construção utilizados na edificação podem conter umidade promovida pela sua porosidade. Essa umidade degrada os componentes da construção, inclusive as pinturas, revestimentos de papel de parede, laminados, madeira, dentre outros, tanto pela ação direta da água, como pela dissolução dos sais presentes nos materiais de construção, como cita Verçoza (1987). O mesmo autor cita que as patologias manifestadas nas pinturas mais observadas são:

#### 2.3.6.1 Eflorescências

Manchas esbranquiçadas que surgem na pintura, provocadas pela lixiviação dos sais solúveis das argamassas e alvenarias. Os principais sais encontrados nas argamassas podem ser classificados como carbonatos (cálcio, magnésio, potássio, sódio), hidróxidos de cálcio, sulfatos (cálcio, magnésio, potássio, sódio), cloretos (cálcio, magnésio) e nitratos (potássio, sódio, amônia);

#### 2.3.6.2 Desagregamento

Caracterizado pela destruição da pintura, esfarelado-se e destacando-se da superfície, podendo inclusive se destacar com parte do reboco, causada pela reação química dos sais lixiviados pela ação da água que ataca as tintas.

#### 2.3.6.3 Saponificação

Aparecimento de manchas na superfície pintada, provocando o destacamento ou degradação, normalmente observado nas pinturas com tinta PVA, que possuem menor resistência. A saponificação também ocorre, devido à alta alcalinidade do substrato, que pode ter se manifestado pela eflorescência dos sais altamente alcalinos.

#### 2.3.6.4 Bolhas

Ocorrem devido a capacidade de impermeabilização de algumas tintas e adesivos de revestimento, que dificultam a dissipação do vapor de água, ou até mesmo, a própria água, encontrada no substrato que provoca o deslocamento e a formação de bolhas nas pinturas e revestimentos. Normalmente isto ocorre em tintas alquídicas (esmaltes, óleo), epóxi e hypalon, assim como na perda de propriedades adesivas de colas de revestimentos de papéis vinílicos e laminados;

#### 2.3.6.5 Destacamento

É provocado pela reação dos sais das eflorescências lixiviados até a interface das pinturas, prejudicando a sua aderência;

#### 2.3.6.6 Bolor

O desenvolvimento de bolor ou mofo nas edificações tem ocorrência comum em climas tropicais, sendo que, o bolor está ligado a incidência de alto teor de umidade no componente atacado, podendo interferir na salubridade e habitabilidade da edificação. O emboloramento das paredes também pode ser provocado por vazamentos e infiltrações.

### **2.4 Patologias promovidas pelo processo construtivo**

Segundo Storte (2004), algumas patologias geradas pelo processo construtivo, podem provocar danos ou rompimento da impermeabilização. Dentre as patologias, as manifestações mais frequentes são:

#### 2.4.1 Trincas e fissuras em edificações

Ainda segundo o mesmo autor, as trincas são muito importantes pelos seguintes fatos:

- Aviso de um eventual problema estrutural ou de estado perigoso;
- Comprometimento da estanqueidade da edificação;
- Constrangimento psicológico dos usuários da edificação.

As principais causas das trincas são:

##### 2.4.1.1 Variações térmicas

Os componentes de uma construção são submetidos a variações térmicas diárias ou sazonais, que segundo Storte (2004), provocam variação na dimensão dos componentes da edificação, e por conseguinte, movimentos de dilatação e contração, que são restringidos pelos vínculos que envolvem os materiais, gerando tensões que podem provocar trincas ou fissuras de diferentes intensidades e situações, como exemplo:

- Destacamentos entre alvenaria e estruturas;
- Destacamento das argamassas de seu substrato;
- Fissuras ou trincas inclinadas em paredes com vínculo em pilares e vigas, expostos ou não a insolação;
- Fissuras ou trincas regularmente espaçadas em alvenarias ou concreto, com grandes vãos sem juntas.

#### 2.4.1.2 Teor de umidade dos materiais

A alteração da umidade dos materiais, devido à porosidade dos mesmos, provoca variações dimensionais nos elementos e componentes, como cita Storte (2004).

O aumento da umidade provoca expansão, e a sua diminuição provoca contração do material. Havendo muitos vínculos restringindo a movimentação, de acordo com a sua intensidade e módulo de deformação, o material desenvolve tensões que podem provocar trincas ou fissuras, de forma semelhante às provocadas pela variação térmica. O mesmo autor cita ainda que as variações do teor de umidade provocam movimentações de dois tipos:

- **Irreversíveis:** provocadas logo após a confecção do material e são originadas pela perda ou ganho de umidade, até que o material atinja a umidade de equilíbrio.
- **Reversíveis:** ocorrem pela variação de umidade do material ao longo do tempo, durante o período onde o material esteja entre os limites seco e saturado.

#### 2.4.1.3 Sobrecargas

Os carregamentos previstos ou não nas estruturas segundo Storte (2004) podem produzir fissuras sem que estas comprometam a estabilidade da mesma. A ocorrência dessas fissuras no concreto armado provoca uma redistribuição das tensões ao longo do componente fissurado. Tais fissuras são previstas nas regiões tracionadas do concreto. Procura-se limitar a fissuração em função do efeito estético, da deformabilidade da estrutura e sua durabilidade, frente aos agentes agressivos, como a corrosão das armaduras. Os tipos mais comuns são provocados por torções devido à excessiva deformabilidade de lajes e vigas, além de recalques diferenciais e sobrecargas.

#### 2.4.1.4 Recalques Diferenciais

Os recalques diferenciais ocorrem pela deformação do solo sob o efeito de cargas externas, podendo gerar tensões variáveis, que por sua vez, provocam a ocorrência de trincas e fissuras.

#### 2.4.1.5 Retração hidráulica

Segundo Storte, (2004), o concreto retrai quando seca e se expande quando absorve água. A mistura de água e cimento produz várias reações uma vez que tais produtos são compostos de materiais cristalinos e de grande quantidade de gel (tobermorita). A variação do traço do concreto provoca maior ou menor retração, tendo a quantidade de água, relação direta com esta retração. Para reduzir a retração algumas medidas podem ser tomadas:

- Menor relação água cimento;
- Maior teor de agregados;
- Espessura do cimento;
- Hidratação.

#### 2.4.1.6 Aderência

O mesmo autor ao citar as características referentes à aderência, descreve que a preparação do substrato que receberá a impermeabilização, deve ser preparada de forma que se adéque à aplicação do impermeabilizante, não devendo apresentar cantos e arestas vivas, devendo ser arredondados com raio compatível ao sistema adotado, se mostrando sem a ocorrência de pontas, protuberâncias, ninhos e com caimentos adequados.

É necessário ainda, que o substrato receba uma camada de regularização com argamassa de cimento e areia. Quando tal etapa é negligenciada, tende a ocorrer descolamento, o que acaba por danificar a impermeabilização, perdendo sua eficiência.

A aderência se dá pela penetração do aglomerante nos poros da base e seu posterior endurecimento, além de estar relacionada com a textura da base do substrato, sua capacidade de absorção do aglomerante e homogeneidade das propriedades finais. Se a base constituir de materiais de graus de absorção diferentes e não for áspera e porosa, a NBR 7200/1997

recomenda a aplicação prévia de chapisco, evitando o descolamento da argamassa de regularização.

#### 2.4.1.7 Ninhos e falhas de concretagem

Para garantir a eficiência do sistema de impermeabilização, a mesma não deve ser aplicada sobre um substrato desagregado ou de baixa resistência. Alguns sistemas de impermeabilização só apresentam eficiência se aplicados sobre concretos ou argamassas compactos.

### 2.5 Projeto de impermeabilização

O projeto de impermeabilização segundo Denver (2016) tem por objetivo analisar, discriminar e especificar todas as metodologias adequadas para promover uma completa estanqueidade à edificação, analisando os locais de possíveis aplicações, bem como, os sistemas mais indicados para cada caso.

Um bom projeto deve antever os problemas relacionados à impermeabilização nos elementos construtivos, seguindo as diretrizes contidas na NBR 9575/ 2003, que estabelece as exigências e recomendações relativas à seleção do projeto de impermeabilização, para que sejam atendidas as condições mínimas de proteção da construção contra a passagem de fluidos, bem como, a salubridade, segurança e conforto do usuário, de forma a garantir a estanqueidade das partes construtivas.

A norma se aplica às edificações e construções em geral, em execuções sujeitas a acréscimos, ou ainda àquelas submetidas a pequenas reformas.

Viapol (2002) descreve que o projeto de impermeabilização tem como função elaborar, analisar, planificar, detalhar, discriminar e adotar todas as metodologias adequadas, buscando o bom comportamento da impermeabilização e visando a estanqueidade da construção. Tal projeto deve ser a base, tanto para execução, quanto para fiscalização do serviço de impermeabilização.

Segundo Venturini (2009), a impermeabilização é parte do projeto da obra e sua elaboração é de fundamental importância para que a construção tenha boa durabilidade.

A impermeabilização deve conter um projeto específico, bem como, estrutural e arquitetônico, contendo o detalhamento dos produtos e a forma de execução dos sistemas a serem empregados em cada caso da obra.

Ischakewitsch (1996), afirma que a participação do projetista de impermeabilização no projeto deve ser em conjunto com o arquiteto na concepção do projeto arquitetônico, o que complementa Pieper (1992), citando que, durante a concepção de um projeto deve-se analisar o sistema impermeabilizante mais adequado a cada situação onde será aplicado, prevendo suas dificuldades de execução na obra. Segundo a NBR 9575/2003 a impermeabilização deve ser projetada de modo que:

- Evite a passagem indesejável de fluidos nas construções pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrado ou não aos sistemas construtivos;
- Proteja as estruturas, bem como, componentes construtivos que possam ser expostos ao intemperismo e contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera;
- Possibilite sempre que possível à realização de manutenções da impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo sejam percebidas falhas do sistema impermeável, como a degradação das estruturas e componentes construtivos devido a passagem de fluidos;
- Proporcionar conforto aos usuários, garantindo a salubridade física.

#### 2.5.1 Projeto básico de impermeabilização

O projeto básico de impermeabilização, segundo a NBR 9575/2003, deve ser realizado para obras de edificações multifamiliares, comerciais e mistas, indústrias, bem como, para túneis, barragens e obras de arte, contendo um conjunto de informações gráficas e descritivas, apontando as soluções de impermeabilização mais adequadas para determinada edificação, de maneira a garantir a estanqueidade dos elementos construtivos quanto à ação dos fluidos.

O projeto básico deve ser compatível com os demais projetos, de modo que se adaptem as interferências impostas pelos demais componentes construtivos.

#### 2.5.2 Projeto executivo de impermeabilização

Segundo a NBR 9575/2003, em seu item 3.68, o projeto executivo reúne um conjunto de informações gráficas e descritivas, com detalhamento de todos os sistemas de impermeabilização empregados na edificação. O projeto executivo de impermeabilização deve ser desenvolvido após o projeto de arquitetura e se divide em duas etapas, de acordo com a NBR 9575/2003:



### 2.5.2.1 Desenhos

- Plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como, dos locais de detalhamento construtivo;
- Detalhes construtivos que descrevem graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura para o equacionamento das interferências existentes entre os elementos e componentes construtivos;
- Detalhes construtivos que explicitem as soluções adotadas no projeto de arquitetura para atendimento às exigências de desempenho em relação à estanqueidade dos elementos construtivos e durabilidade frente a ação da água, da umidade e do vapor de água;
- Detalhes genéricos e específicos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização.

### 2.5.2.2 Textos

- Memorial descritivo dos tipos de impermeabilização, selecionados para os diversos locais que necessitem de impermeabilização;
- Memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização;
- Memorial descritivo de procedimentos de execução;
- Planilha de quantitativos de materiais e serviços;
- Metodologia para controle e inspeção dos serviços.

### 2.5.3 Características específicas

Segundo a NBR 9575/2003, os sistemas de impermeabilização a serem adotados devem atender a uma ou mais das seguintes exigências:

- Resistir às cargas estáticas e dinâmicas atuantes sob e sobre a impermeabilização, tais como:
  - Puncionamento: ocasionado pelo impacto de objetos que atuam perpendicularmente ao plano da impermeabilização;
  - Fendilhamento: ocasionado pelo dobramento ou rigidez excessiva do sistema impermeabilizante ou pelo impacto de objetos pontuais sobre qualquer sistema;

- Ruptura por tração: ocasionada por esforços tangenciais ao plano de impermeabilização, devido à ação de frenagem, aceleração de veículos ou pela movimentação de substrato;
- Desgaste: ocasionado pela abrasão devido à ação de movimentos dinâmicos ou pela ação do intemperismo;
- Descolamento: ocasionado pela perda de aderência;
- Esmagamento: redução drástica da espessura, ocasionada por carregamentos ortogonais ao plano de impermeabilização.

Resistir aos efeitos dos movimentos de dilatação e retração do substrato e revestimentos, ocasionados por variações térmicas, tais como:

- Fendilhamento: ocasionado pelo dobramento ou rigidez excessiva do sistema impermeabilizante ou pelo impacto de objetos pontuais sobre qualquer sistema;
- Ruptura por tração: ocasionada por esforços tangenciais ao plano de impermeabilização, devido à ação da frenagem, aceleração de veículos ou pela movimentação do substrato;
- Deslocamento: ocasionado pela perda da aderência.

- Resistir à degradação ocasionada por influências climáticas, térmicas, químicas ou biológicas, tais como:

- Desgaste: ocasionado pela abrasão devido à ação de movimentos dinâmicos ou pela ação do intemperismo;
- Descolamento: ocasionado pela perda de aderência.

- Resistir às pressões hidrostáticas, de percolação, coluna d'água e umidade do solo, bem como, ao descolamento ocasionado pela perda de aderência;

- Apresentar aderência, flexibilidade, resistência e estabilidade físico-mecânica compatíveis com as solicitações previstas nos demais projetos;

- Indicar o sistema de impermeabilização, adequando-o às deformações pelo qual a base está submetida face à capacidade do sistema de absorvê-las.

#### 2.5.4 Detalhes construtivos

De acordo com a NBR 9575/2003, o projeto de impermeabilização deve atender aos seguintes detalhes construtivos:

- A inclinação do substrato das áreas horizontais deve ser no mínimo de 1% em direção aos coletores de água. Para calhas e áreas internas é permitido o mínimo de 0.5%;

- Os coletores devem ter diâmetro que garanta a manutenção da seção nominal dos tubos prevista no projeto hidráulico após a execução da impermeabilização, sendo o diâmetro nominal mínimo de 75 mm. Os coletores devem ser rigidamente fixados a estrutura. Este procedimento também deve ser aplicado aos coletores que atravessem vigas invertidas;
- Deve ser previsto nos planos verticais, encaixe para embutir a impermeabilização, para o sistema que assim o exigir, a uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou, 10 cm do nível máximo que a água poderá atingir;
- Nos locais limites, entre áreas externas impermeabilizadas e as internas, deve haver diferença de cota de no mínimo 6 cm e ser prevista a execução de barreira física no limite da linha interna dos contra marcos, caixilhos e batentes, para a perfeita ancoragem da impermeabilização, com declividade para a área externa. Deve-se observar a execução de arremates adequados com o tipo de impermeabilização adotada e selamentos adicionais nos caixilhos, contra marcos, batentes e outros elementos de interferência;
- Toda instalação que necessite ser fixada na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremate e reforços da impermeabilização;
- Toda a tubulação que atravesse a impermeabilização deve ser fixada na estrutura e detalhes específicos de arremate e reforços da impermeabilização;
- As tubulações de hidráulica, elétrica, gás e outras que passam paralelamente sobre a laje devem ser executados sobre a impermeabilização e nunca sob ela. As tubulações aparentes devem ser executadas no mínimo de 10 cm acima do nível do piso acabado, depois de terminada a impermeabilização e seus complementos;
- Quando houver tubulações embutidas na alvenaria, deve ser prevista uma proteção adequada para fixação da impermeabilização;
- As tubulações externas as paredes devem ser afastadas entre elas ou afastadas dos planos verticais de no mínimo 10 cm;
- As tubulações que transpassam as lajes impermeabilizadas devem ser rigidamente fixadas à estrutura;
- Quando houver tubulações de água quente embutidas, deve ser prevista uma proteção adequada, para execução da impermeabilização;
- Todo encontro entre planos verticais e horizontais deve possuir detalhes específicos da impermeabilização;

- Os planos verticais a serem impermeabilizados devem ser executados com elementos rigidamente solidarizados às estruturas até a cota final de arremate da impermeabilização, prevendo-se os reforços necessários;
- A impermeabilização deve ser executada em todas as áreas sob enchimento. Recomenda-se executá-la sobre o enchimento. Devem ser previstos em ambos os níveis, pontos de escoamento de fluidos;
- As arestas e os cantos vivos das áreas a serem impermeabilizadas devem ser arredondados, sempre que a impermeabilização assim requerer;
- As proteções mecânicas, bem como os pisos posteriores, devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidos com materiais deformáveis, principalmente no encontro de diferentes planos;
- As juntas de dilatação devem ser divisores de água, com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento, bem como, prever detalhamento específico, principalmente quanto ao rebatimento de sua abertura na proteção mecânica e pisos posteriores;
- Todas as áreas, onde houver desvão, devem receber impermeabilização na laje superior e recomendando-se também na laje inferior.

## **2.6 Desempenho da impermeabilização**

Para determinar um sistema de impermeabilização é indispensável conhecer suas características técnicas, dentre os diversos materiais impermeabilizantes existentes no mercado, requerendo qualidade, desempenhos variados, diversas origens, métodos de aplicação e características distintas que, segundo Denver (2016), tais características devem ser profundamente estudadas para se determinar o sistema mais adequado a cada caso de emprego.

Segundo o autor, estes cuidados devem ser tomados, devido às características do impermeabilizante, como exemplo, produtos que sofrem degradação química do meio a que estão expostos, produtos com baixa resistência a água, baixa resistência a cargas atuantes ou com baixa resistência mecânica. Alguns possuem dificuldade ou impossibilidade de aplicação em determinados locais ou situações. É de suma importância conhecer profundamente todos os parâmetros técnicos, bem como os esforços mecânicos envolvidos, para que se possa realizar a escolha adequada do sistema impermeabilizante a ser utilizado.

Segundo a Vedacit (2016), o sistema de impermeabilização deve atender as seguintes exigências de desempenho:

- Resistir a cargas estáticas e dinâmicas;
- Resistir aos efeitos dos movimentos de dilatação e retração do substrato, ocasionados por variações térmicas;
- Resistir à degradação ocasionada por influências climáticas, térmicas, químicas ou biológicas, decorrentes da ação da água;
- Resistir às pressões hidrostáticas, de percolação, coluna d'água e umidade do solo;
- Apresentar aderência, flexibilidade, resistência e estabilidade físico-mecânica compatíveis com as solicitações previstas em projeto;
- Apresentar vida útil compatível com as condições previstas em projeto.

#### 2.6.1 Qualidade da execução

Garantir a qualidade e determinar o sistema de impermeabilização mais adequado a cada necessidade é fundamental para garantir a eficiência do projeto de impermeabilização, porém se não for bem executado, não há garantias da estanqueidade do serviço.

A solução se dá na busca por equipes especializadas na aplicação de materiais impermeabilizantes, capacitadas tecnicamente, e que possuam conhecimento do projeto de impermeabilização a que se presta a executar, bem como ofereçam garantias do serviço prestado.

#### 2.6.2 Durabilidade da impermeabilização

A primeira etapa para garantir a durabilidade da impermeabilização se dá na própria construção da edificação, como:

- A preparação do substrato de maneira correta de modo que evite patologias na fissuração do mesmo;
  - Na utilização de materiais inadequados na área impermeabilizada;
- passagem inadequada de tubulações;
- Falhas de concretagem;
  - Cobrimento insuficiente de armaduras;
  - Detalhes construtivos que dificultem a impermeabilização, como cita Mello (2005).

O processo de execução deve obedecer detalhadamente o projeto de impermeabilização, sendo estudados possíveis problemas no decorrer da obra, bem como a fiscalização da aplicação e do material em consonância com as especificações previstas.

Outro ponto importante levantado pelo autor, se mostra na precaução de possíveis danos provocados por terceiros à impermeabilização aplicada, ainda que, involuntariamente. Sejam elas pela colocação de pregos, luminárias, antenas, pisos e revestimentos, dentre outros, compatibilizando as medidas em tempo oportuno e evitando soluções paliativas que podem provocar a perda de estanqueidade da impermeabilização.

## **2.7 Impermeabilização de estruturas**

### **2.7.1 Conceitos de impermeabilização**

Segundo a NBR 9575/2003, impermeabilização é o conjunto de operações e técnicas destinadas a conferir estanqueidade às partes de uma edificação contra a ação degradante dos fluidos, vapores e umidades, frente às partes da estrutura, cujas principais propriedades visam impedir a penetração ou passagem dos mesmos através de um elemento.

Denver (2016), completa que, a impermeabilização é composta por um conjunto de camadas, com funções específicas, buscando evitar eventuais problemas causados pela falta de estanqueidade, comprometendo a qualidade e a vida útil de uma edificação.

### **2.7.2 Sistemas de impermeabilização**

Segundo a NBR 9575/2010, o sistema de impermeabilização é um conjunto de produtos e serviços dispostos em camadas ordenadas, com a finalidade de conferir estanqueidade a uma construção e devem ser escolhidos em função da dimensão da obra, do tipo de elemento a ser impermeabilizado, das interferências existentes, vida útil, forma de atuação da água no elemento, além do conhecimento das solicitações a que o impermeabilizante será submetido.

Cunha e Neumann (1979) citam que o primeiro passo para a correta seleção do sistema de impermeabilização para cada situação da obra está na identificação dos pontos por onde a água entra na edificação. São exemplos:

- Telhados e coberturas planas;
- Terraços e áreas descobertas;
- Calhas de escoamento das águas pluviais;
- Caixas d'água, piscinas e tubulações hidráulicas;
- Pisos molhados, como banheiros e áreas de serviço;
- Paredes pela qual a água escorre e recebem chuva de vento, jardineira e jardineira de fachadas;
- Esquadrias e peitoris das janelas;
- Soleiras de portas que abrem para fora;
- Água contida no terreno que sobe por capilaridade.

Ainda segundo os autores, são dois os sistemas de impermeabilização:

- Impermeabilização rígida;
- Impermeabilização flexível.

Segundo Moraes (2002), os sistemas de impermeabilização ainda podem ser classificados quanto à sua aderência ao substrato:

- **Aderido:** o material impermeabilizante é totalmente fixado ao substrato, podendo ser aplicado por colagem com adesivos, fusão do próprio material, asfalto quente ou maçarico;
- **Semi-aderido:** o material impermeabilizante tem sua aderência parcial localizada em alguns pontos como platibandas e ralos;
- **Flutuante:** o material impermeabilizante é totalmente solto do substrato, comumente utilizado em estruturas de grande deformabilidade.

#### 2.7.2.1 Impermeabilização rígida

Segundo a NBR 9575/2010, a impermeabilização rígida é o conjunto de materiais ou produtos que não apresentam características flexíveis compatíveis ou aplicáveis às partes construtivas da edificação não sujeitas a movimentação da estrutura.

Denver (2016), em sua apostila de impermeabilização complementa que este tipo de impermeabilização somente é utilizado em estruturas que não são sujeitas a fissuração ou a grandes deformações.

Tabelas 02 - Locais de aplicação do sistema rígido

<b>LOCAIS DE APLICAÇÃO</b>	
<b>Indicado para locais não sujeitos à:</b>	Movimentação Forte exposição solar Variações térmicas Vibração
<b>Compreende argamassas e concretos impermeáveis em:</b>	Reservatórios, piscinas Caixas d'água Fundações Subsolos Pisos Paredes de encosta Muros de arrimo Paredes expostas à chuva

Fonte: (VEDACIT, 2016)

#### 2.7.2.1.1 Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo

Aditivos hidrófugos segundo Denver (2016), são aditivos impermeabilizantes de pega normal, que reagem com cimento durante o processo de hidratação. São compostos de sais metálicos e silicatos.

Segundo Sika (2016), os aditivos hidrófugos proporcionam redução da permeabilidade e absorção capilar, devido ao preenchimento de vazios capilares pela pasta de cimento hidratado, proporcionando às argamassas, impermeabilidade à penetração de água.

A aplicação do aditivo hidrófugo se dá em argamassas de revestimento utilizada em elementos que não estão sujeitos a movimentações estruturais que provoquem a formação de trincas e fissuras, de acordo com Cunha e Neumann (1979).

Ainda segundo os autores, este sistema não é indicado para locais onde possa ocorrer algum tipo de dilatação no substrato, como ambientes em exposição ao sol. Sika (2016) , exemplifica os passos para adição e aplicação do aditivo hidrófugo:

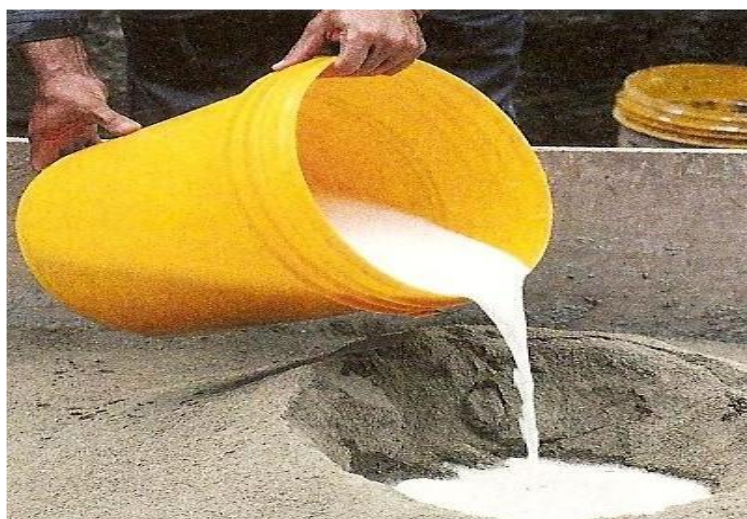
- Dissolução do aditivo na água de amassamento;
- Aplicação da argamassa aditivada em duas a três camadas de 1 cm de espessura, respeitando o tempo de secagem entre demãos;



- Desempeno da última camada, tendo o cuidado de alisar, com uso de desempenadeira de aço ou colher de pedreiro.

Segundo Venturini (2009), sua principal vantagem está na facilidade de aplicação, porém em desvantagem, este sistema deve ser aplicado em conjunto com outro sistema impermeabilizante, pois o mesmo é suscetível à movimentação dos elementos, o que provoca perda de sua estanqueidade devido às trincas ou fissuras.

Figura 07 – Preparação da argamassa com aditivo hidrófugo



Fonte: (VIEIRA, 2005, p.76)

#### 2.7.2.1.2 Cristalizantes

Cimentos cristalizantes, segundo Denver (2016), são impermeabilizantes rígidos, a base de cimentos especiais e aditivos minerais, que possuem propriedades de penetração osmótica nos capilares da estrutura, formando um gel que se cristaliza, incorporando ao concreto compostos de cálcio estáveis e insolúveis. Silveira (2001), cita que existem dois tipos de cristalizantes:

- No primeiro tipo os cimentos cristalizantes são aplicados em forma de pintura sobre as superfícies de concreto, argamassa ou alvenaria, previamente saturadas com água. A figura 08 demonstra este tipo de aplicação;

A figura 08 demonstra este tipo de aplicação.

Figura 08 - Aplicação de Cristalizantes na forma de pintura

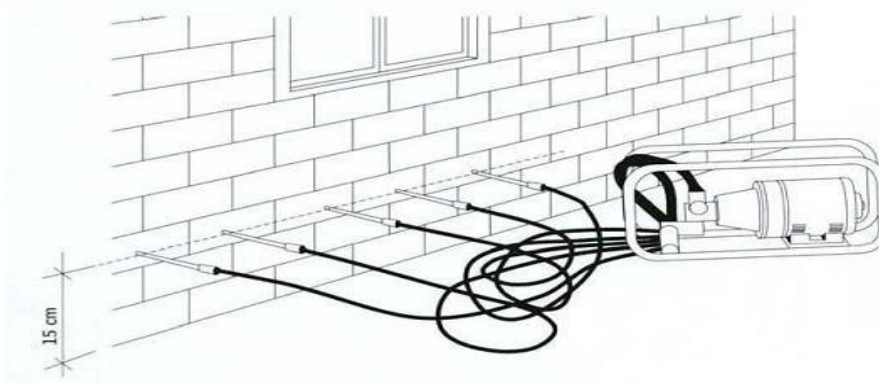


Fonte: (NAKAMURA, 2006, p.28)

• No segundo tipo, segundo Viapol (2016), os cristalizantes são líquidos a base de silicatos e resinas que, injetados por efeito de cristalização, preenchem a porosidade das alvenarias de tijolos maciços, bloqueando a umidade ascendente. Abatte (2003), exemplifica o modo de aplicação dos cristalizantes líquidos:

- Retirada total do reboco da área a ser tratada, desde o piso até a altura de 1 metro;
- Executar duas linhas de furos intercalados entre si, sendo a primeira a 10 cm do piso e a segunda a 20 cm;
- Os furos devem ter uma inclinação de 45° e estar saturados com água;
- Aplica-se o produto por gravidade, sem a necessidade de pressão e sim por saturação.

Figura 09 - Injeção de cristalizantes em parede com umidade ascendente



Fonte: (ABATTE, 2003, p.52)

Segundo o fabricante, a aplicação deve atingir o consumo sugerido em ambos os tipos de cristalizantes. Este sistema é indicado para areias sujeitas a infiltração pelo lençol freático ou por contrapressão, tais como: solos, lajes, poços de elevadores, reservatórios enterrados, caixas de inspeção, dentre outros. (VIAPOL, 2016).

O produto utiliza a própria água da estrutura para se cristalizar, cita Denver (2016), eliminando a necessidade de rebaixamento do lençol freático, sem alteração da potabilidade da água.

#### 2.7.2.1.3 Cimento impermeabilizante de pega ultra rápida

Segundo Sika (2016), este aditivo é uma solução aquosa de silicato modificado que, misturado com água e cimento é um produto com alta alcalinidade e se transforma em um hidrosilicato, que por sua vez, tem como principal característica ser um cristal insolúvel em água, que preenche os poros da argamassa.

O mesmo fabricante ainda cita que o produto é utilizado como aditivo líquido de pega ultra rápida e pasta de cimento, com início de pega entre 10 a 15 segundos e fim entre 20 a 30 segundos, possuindo ainda alta aderência e grande poder de tamponamento.

De acordo com Denver (2016), este produto é indicado para tamponamento de infiltrações e jorros de água sob pressão em subsolos, poços de elevadores, cortinas, galerias e outras estruturas submetidas à infiltração pelo lençol freático. Porém, sendo uma solução temporária, garante tempo para permitir que a impermeabilização definitiva seja executada.

A figura 10, exemplifica a sequência de aplicação:

Figura 10 - Aplicação do cimento impermeabilizante de pega ultra rápida.



Fonte: (DENVER, 2016).

Sika (2016) exemplifica a aplicação do cimento impermeabilizante de pega ultra rápida:

- Aprofundar e alargar os pontos de infiltração até cerca de duas vezes seu diâmetro;
- Misturar uma parte do produto com uma parte de água para dar início a pega;
- Formar rapidamente um tampão e comprimir contra a infiltração;
- Aguardar alguns segundos até completar o endurecimento.

#### 2.7.2.1.4 Argamassa polimérica

Argamassas poliméricas, segundo Silveira (2001), são materiais compostos por cimentos especiais e látex de polímeros aplicados sob a forma de pintura sobre o substrato, formando uma película impermeável, com grande aderência e garantindo a impermeabilização para pressões d'água positivas ou negativas.

Segundo Viapol (2016), sua composição se dá à base de cimento, agregados minerais inertes, polímeros acrílicos e aditivos. Entre suas principais características, destacam-se a resistência a pressões hidrostáticas positivas, fácil aplicação, não altera a potabilidade da água, barreira contra sulfatos e cloretos, uniformização e selagem do substrato, reduzindo o consumo de tintas em pinturas externas.

Sayegh (2001) complementa que este sistema resiste de maneira satisfatória a pequenas movimentações da estrutura. Sua impermeabilização se dá pela formação de um filme de polímeros que impede a passagem da água.

Segundo o mesmo autor, a argamassa polimérica pode ser aplicada na forma de pintura com trincha ou broxa ou ser aplicado como revestimento final com desempenadeira, porém neste caso, com uma diminuição da quantidade de líquido na mistura. Viapol (2016) exemplifica a aplicação da argamassa polimérica:

- Aplicar em superfícies de concreto, alvenaria ou argamassa;
- Aplicar a primeira demão sobre o substrato úmido, com auxílio de trincha, aguardando tempo de secagem;
- Aplicar a segunda demão em sentido cruzado em relação à primeira, aguardando tempo de secagem;
- Incorporar uma tela industrial de poliéster resinada;
- Aplicar demais demãos, sempre aguardando tempo de secagem, até atingir o consumo necessário;

- Promover a cura úmida por no mínimo três dias.

Figura 11 - Aplicação de argamassa polimérica sob forma de pintura



Fonte: (SAYEGH, 2001, p.44)

Figura 12 - Aplicação de argamassa polimérica sob forma de revestimento



Fonte:(SAYEGH, 2001, p.44)

### 2.7.2.2 Impermeabilização flexível

Segundo a NBR 9575/2010, impermeabilização flexível é um conjunto de materiais ou produtos cujas características de flexibilidade são compatíveis e aplicáveis em partes construtivas sujeitas a movimentações. Elas podem ser de dois tipos: moldadas no local chamadas de membranas ou pré-fabricadas chamadas de mantas.

As membranas possuem uma vantagem em relação às mantas, pois não necessitam de emendas, porém, segundo Cichinelli (2004), as membranas necessitam de um rígido controle de espessura e controle da quantidade aplicada por metro quadrado, se tornando uma falha e difícil visualização.

Ripper (1996) cita que a impermeabilização flexível não possui a desvantagem da impermeabilização rígida, pois ela suporta pequenos movimentos da estrutura, vibrações,



pequenos recalques, sem se romper, sendo indicada para lajes de cobertura, terraços, jardins elevados, dentre outros.

Tabelas 03 - Locais de aplicação do sistema flexível

<b>LOCAIS DE APLICAÇÃO</b>	
<b>Indicado para locais não sujeitos à:</b>	Movimentação
	Forte exposição solar
	Variações térmicas
	Vibração
<b>Tais como:</b>	Lajes de cobertura
	Terraços
	Calhas de concreto
	Áreas frias: banheiros, cozinhas
	Áreas de serviço
	Abóbadas
	Reservatórios elevados

Fonte: (VEDACIT, 2016)

#### 2.7.2.2.1 Membrana de polímero modificado com cimento

Viapol (2016) define que membrana de polímero modificado com cimento é um produto flexível recomendado para impermeabilização de torres de água, reservatórios de água potável elevados, podendo ter em sua composição adições de fibras de polipropileno que por sua vez, aumentam a flexibilidade, além de ser formado por resinas termoplásticas e cimento aditivado. Possui como principais vantagens segundo, Denver (2016):

- Resistência a pressões hidrostáticas positivas;
- Fácil aplicação com trincha, rolo ou vassoura;
- Não altera a potabilidade da água;
- Atóxico e inodoro;
- Acompanha as movimentações estruturais e fissuras previstas em projeto;
- Aplicável sobre superfícies úmidas;
- Excelente aderência ao substrato.

Sua aplicação de acordo com Viapol (2016) se dá em superfícies de concreto ou argamassa, com os seguintes cuidados:

- Preparar a mistura mecanicamente até atingir a consistência de pasta cremosa, lisa e homogênea;
- Aplicar a primeira demão sobre substrato úmido com broxa ou trincha;
- Aguardar a completa secagem;
- Aplicar a segunda demão em sentido cruzado a primeira;
- Incorporar tela industrial de poliéster resinada;
- Aplicar demãos subsequentes sempre aguardando o tempo de secagem;
- Garantir cura úmida por no mínimo 3 dias.

#### 2.7.2.2.2 Membrana asfáltica

Membranas asfálticas, segundo Venturini (2009), são materiais impermeabilizantes derivados do CAP (cimento asfáltico de petróleo). Essas membranas são adequadas para aplicação em fundações como bloqueador de umidade, primer para mantas asfálticas e contra pisos que receberão pisos de madeira, dentre outros. Podem ser aplicados de duas maneiras:

##### A) Aplicação a frio:

São aplicados com trincha, rolo ou broxa, como se fosse uma pintura do seguinte modo:

- Aplicar a primeira demão sob substrato seco, aguardando o tempo de secagem;
- Aplicar a segunda demão em sentido cruzado a primeira, aguardando o tempo de secagem;
- Aplicar as demais demãos até atingir o consumo recomendado, sempre aguardando o tempo de secagem entre demãos.

Segundo Denver (2016), suas principais vantagens são:

- Fácil aplicação com rolo de Lã de carneiro, trincha rodo ou vassoura de pêlos macios;
- Aplicado a frio forma uma membrana monolítica de grande impermeabilidade, elasticidade, aderência e durabilidade.

Figura 13 - Aplicação de membrana asfáltica a frio



Fonte: (DENVER, 2016)

Figura 14 - Aplicação de membrana asfáltica



Fonte: (REVISTA EQUIPE DE OBRA, 2010)

#### B) Aplicação a quente:

A aplicação da manta asfáltica na modalidade quente é realizada por mão de obra especializada, pois requer a utilização de caldeira. Moraes (2002) cita que cuidados devem ser tomados em áreas com pouca ventilação devido aos riscos de manipulação e ao risco de fogo.

Segundo o fabricante, Denver (2016), estas membranas são utilizadas em baldrame, fundações de concreto como bloqueador de umidade em contra pisos que irão receber piso de madeira e primer para mantas asfálticas.

Membranas asfálticas, segundo Sabbatini (2006), são divididas pelo tipo de asfalto utilizado, sendo divididas em três tipos:

- Emulsão asfáltica: são resultantes da dispersão de asfalto em água através de agentes emulsificantes. São produtos baratos e de fácil aplicação em áreas e superfícies onde ocorrem empoçamentos ou retenção de água. É aplicado a frio e normalmente sem adição de estruturantes;



- Asfalto oxidado: são resultantes da modificação do cimento asfáltico de petróleo que se funde gradualmente pelo calor, para assim adquirir determinadas características físico-químicas. Existe também aplicação a quente.
- Asfalto modificado com adição de polímero elastomérico: são resultantes da adição de polímeros elastomérico no cimento asfáltico de petróleo em determinada temperatura. Pode ser aplicado a quente e a frio.

Figura 15 – Aplicação de membrana asfáltica a quente



Fonte: (LWART, 2016)

#### 2.7.2.2.3 Membrana acrílica

Segundo Denver (2016), é um impermeabilizante formado a base de resinas acrílicas, recomendado para impermeabilização de lajes de cobertura, telhados, marquises, pré-fabricados, dentre outros. Sua principal vantagem se dá em não necessitar de proteção mecânica sobre a membrana, somente quando for aplicado sobre lajes com tráfego intenso de pessoas ou automóveis. Por sua vez, sua desvantagem está na reaplicação do produto periodicamente, pela falta de proteção mecânica.

Sua aplicação se dá da seguinte forma, segundo o fabricante:

- Aplicar sobre superfície úmida: duas demãos de argamassa polimérica em sentidos cruzados de forma a aumentar a aderência;
- Aplicar a membrana acrílica em demãos cruzadas até atingir o consumo indicado, sempre respeitando os intervalos de secagem entre demãos;
- Colocar tela de poliéster como reforço após a primeira demão.

Segundo Denver (2016), suas principais vantagens são:

- Fácil aplicação;

- Ótima flexibilidade;
- Resistente a intempéries, raio ultravioleta e nevoa salina;
- Coloração branca reflete raios UV e proporciona bom acabamento.

Figura 16 – aplicação de membrana acrílica



Fonte: (SABATTINI, 2006, p. 3)

#### 2.7.2.2.4 Manta asfáltica

Segundo Venturini (2009) são membranas pré-fabricadas, feitas a base de asfaltos modificados com polímeros armados e com estruturantes. Tem desempenho dependente de seus componentes. O componente responsável pela impermeabilização em sua composição é o asfalto modificado.

A NBR 9952/2007 cita os tipos de asfalto utilizados na composição das mantas:

- Elastoméricas: Mantas com adição de elastômeros em sua massa. Compostas por SBS (Estireno-Butadieno);
- Plastoméricas: Mantas com adição de plastômeros em sua massa. Compostas por APP (Polipropileno Atático);
- Oxidado: Mantas de asfalto oxidado, policondensado, ou com adição de polímeros.

A NBR 9952/2007 ainda relaciona os tipos de estruturantes internos a compor as mantas:

- Filme de polietileno;
- Véu de fibra de vidro;
- Não tecido de poliéster;
- Tela de poliéster.

Em relação à espessura, a norma indica ser de 3 mm a 5 mm, tendo desempenho variando em relação a espessura. O acabamento aplicado à superfície pode ser classificado em: Granular, Metálico e Antiaderente.

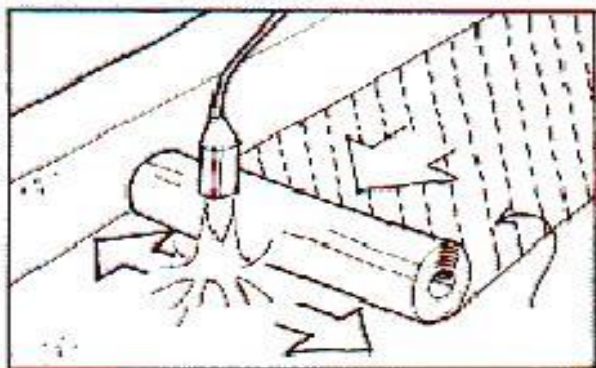
Segundo Venturini (2009), as principais vantagens na utilização da manta asfáltica são:

- Espessura constante;
- Aplicação única;
- Menor tempo de aplicação;
- Fácil controle e fiscalização;
- Não há necessidade de aguardar secagem.

O método de aplicação da manta asfáltica tem início com a aplicação do primer sobre a superfície seca e regularizada, respeitando o tempo de secagem para posterior aplicação da manta com maçarico. Ainda, segundo o autor, algumas considerações devem ser feitas:

- Aplicação da manta nos rodapés, para garantir estanqueidade;
- Certificar-se da boa aderência entre a manta e o substrato, evitando bolhas ou outros problemas que comprometam a impermeabilização;
- Emendas em mantas devem ocorrer com sobreposição de 10 cm, executadas com a chama do maçarico a gás, asfalto aplicado a quente ou elastômero especial de poliuretano;
- Realizar teste de estanqueidade com uma lâmina de água por 72 horas com o objetivo de encontrar falhas na impermeabilização segundo a NBR 9574/2008.

Figura 17 - Aplicação de manta asfáltica 1



Fonte: (DENVER, 2016)

Figura 18 - Aplicação de manta asfáltica 2



Fonte: (DENVER, 2016)

Figura 19 – Aplicação de manta asfáltica 3



Fonte: (VIAPOL, 2016)

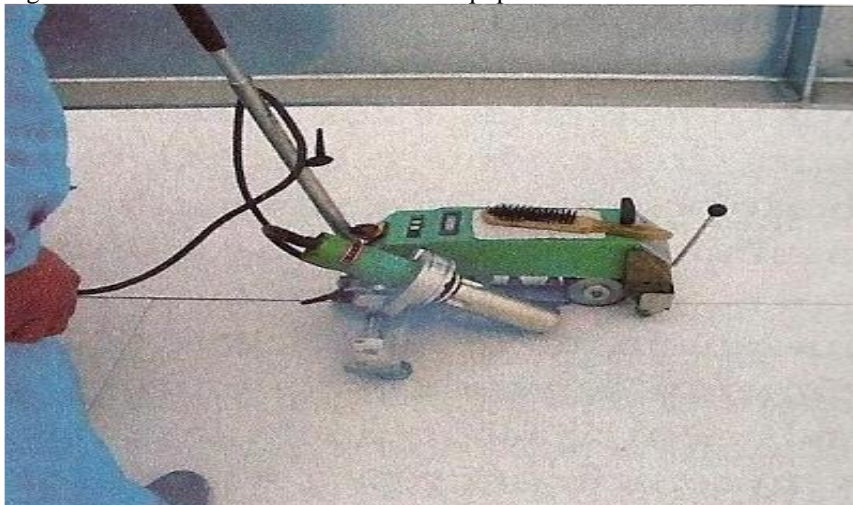
#### 2.7.2.2.5 Manta de PVC

São mantas compostas por duas lâminas de PVC que segundo Cimino (2002), possuem espessura final entre 1,2mm a 1,5mm e uma tela trançada de poliéster. A manta de PVC é utilizada principalmente em piscinas, cisternas, reservatórios de água e caixas d'água. Podendo ser de diversos formatos, tanto planos como curvos.

Ainda segundo o autor, as emendas são realizadas por termofusão com equipamentos específicos conforme figuras 20 e 21, realizando o controle da temperatura e velocidade de deslocamento, garantindo uniformidade e a qualidade da solda.

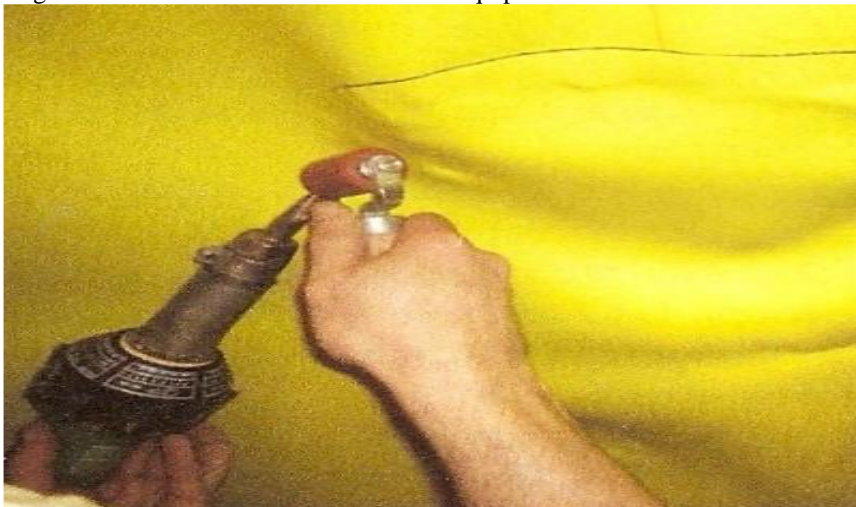
Como as soldas são duplas, paralelas e com um vazio entre elas, é possível testar, durante a instalação, a estanqueidade através de um teste de pressão ou vácuo.

Figura 20 - Solda em manta de PVC com equipamento automático



Fonte: (SILVA E OLIVEIRA, 2006, p.77)

Figura 21 - Solda em manta de PVC com equipamento manual



Fonte: (SILVA E OLIVEIRA, 2006,p.77)

## 2.8 Etapas posteriores à impermeabilização

### 2.8.1 Proteção térmica

A utilização do isolante térmico, segundo Yazigi (1987), tem por objetivo evitar oscilações bruscas na temperatura, reduzindo com isso a influência da temperatura nas deformações da construção, além de melhorar o conforto térmico, bem como, se aplicado sobre a impermeabilização, aumenta sua vida útil. Segundo o autor deve atender aos seguintes critérios:

- Ser estável, resistente às cargas atuantes;
- Não sofrer movimentação ou desagregação que possa transmitir algum dano à impermeabilização;
- Ser indeteriorável;
- Baixa absorção de água;
- Compatibilidade físico-química com o impermeabilizante.

Ainda segundo o autor, a função do isolante térmico é de aumentar a resistividade de uma superfície frente ao fluxo de calor, retardando ao máximo a passagem desse calor para dentro do ambiente. A condução do calor pode ser definida como a transferência de energia entre dois sistemas, com diferentes temperaturas, onde o fluxo se dá do sistema mais quente para o mais frio.

O fluxo pode ser transferido das seguintes maneiras:

- Condução: calor é transmitido molécula por molécula em um mesmo corpo;



- Convecção: o fluxo de calor é transmitido de um meio para outro mediante um fluido;
- Irradiação: o sistema é aquecido e passa a transmitir calor, como exemplo: telhados e lajes.

### 2.8.2 Proteção mecânica

A proteção mecânica da impermeabilização tem por objetivo segundo Yazigi (1987), impedir a danificação do material impermeabilizante, seja pela ação do tráfego de pessoas ou veículos e mesmo pela incidência de raios ultravioleta que provocam a evaporação dos componentes voláteis dos materiais diretamente responsáveis pela sua elasticidade, causando ressecamento. Apenas não é utilizado quando por motivos técnicos ou estéticos, a impermeabilização for exposta. Segundo Denver (2016) os tipos de proteção mecânica podem ser:

- Proteção com mantas asfálticas auto protegidas de alumínio;
- Proteção mecânica rígida com argamassas e concretos;
- Proteção mecânica de material solto com britas, argilas expandidas, dentre outros;
- Proteção mecânica por sombreamento com placas apoiadas para formação de colchão de ar.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O método utilizado na elaboração do trabalho relacionado ao problema encontrado transcorreu-se:

#### Etapa 1

- Na busca detalhada de informações sobre o tema, por meio de pesquisas bibliográficas em livros específicos, artigos científicos relacionados à impermeabilização de estruturas, teses de mestrado e doutorado de profissionais da área;
- Na busca de informações diretamente com os fabricantes dos materiais impermeabilizantes em seus respectivos sites, contendo um acervo de informações e imagens complementares.
- Elaboração de estudos de caso em 3 obras implementadas na cidade de Varginha.

O método utilizado na caracterização do problema transcorreu em uma avaliação das obras sujeitas ou diagnosticadas com problemas com umidade, buscando caracterizar o ou os sistemas impermeabilizantes adotados, assim como analisar possíveis falhas de execução ou emprego inadequado de materiais.

#### Etapa 2

- Elaboração das possíveis soluções para os problemas encontrados;
- Elaboração de um projeto executivo referente ao estudo de caso da obra bairro Alameda do café;
- Comparativo de custos referente a implantação de um sistema de impermeabilização durante a execução da obra e sua implementação posterior para solucionar problemas oriundos da falta do mesmo, tendo como base a obra bairro Alameda do Café.

## 4 ESTUDOS DE CASOS

Os estudos de casos são oriundos de obras realizadas na cidade de Varginha – MG, onde se buscou avaliar a correta aplicação dos sistemas de impermeabilização, os materiais impermeabilizantes utilizados, além da verificação das patologias provocadas pela umidade, sendo observada a ausência do projeto de impermeabilização em todas as construções. Para, com base nestes resultados, avaliar as melhores soluções e custos da implantação do sistema impermeabilizante.

### 4.1 Obra Bairro Treviso

Todos os elementos estruturais em contato direto com o solo foram levados em consideração e foram observadas as medidas preventivas adotadas contra a umidade presente no solo, com a função de evitar patologias que transcorrem em diversos problemas, sejam eles estéticos, salubres ou estruturais.

- Caracterização da obra:

A obra em questão está sendo edificada em dois pavimentos, em terreno com aclive, onde será analisada a impermeabilização de seus muros de arrimo.

- Caracterização do sistema impermeabilizante empregado:

O sistema impermeabilizante empregado nos muros foi de manta asfáltica no sistema semi-aderido sobre camada de primer ou membrana asfáltica, cujas diretrizes referentes a norma brasileira ABNT NBR 9952/2007 devem ser adotadas.

- Execução da impermeabilização no muro de arrimo 1 :

As figuras 22 e 23 apresentam sistema de impermeabilização empregado no muro de arrimo 1 com manta asfáltica no sistema semi-aderido.



Figura 22 - Impermeabilização com manta asfáltica no muro de arrimo 1



Fonte: o autor.

Figura 23 - Impermeabilização com manta asfáltica no muro de arrimo 1



Fonte: o autor.

- Detalhamento e análise da execução do sistema impermeabilizante empregado:
  - Materiais impermeabilizantes em conformidade com o previsto, sendo utilizados manta asfáltica e primer;
  - Manta asfáltica aplicada sem a aderência ao primer, caracterizado pela falta da utilização do maçarico e sendo observada uma abertura na superfície do muro, o que poderá comprometer a eficiência da impermeabilização;
  - Furos na manta asfáltica devido sua fixação com pregos, comprometendo a qualidade da impermeabilização;
  - Inconformidade na aplicação da membrana de emulsão asfáltica ou primer não respeitando o consumo por m<sup>2</sup> indicado pelo fabricante, o que se pode observar pela

espessura das camadas e áreas com baixa aderência à manta, além de pontos suscetíveis à absorção de água;

- Ausência de preparação do substrato a receber a membrana de emulsão asfáltica;
  - Execução da impermeabilização sobre poeira, o que compromete sua aderência;
  - Inexistência do projeto de impermeabilização.
- 
- Execução da impermeabilização nos muros de arrimo 2 e 3

As figuras 24 e 25 apresentam o sistema de impermeabilização empregado nos muros de arrimo 2 e 3.

Figura 24 - impermeabilização no muro de arrimo 2



Fonte: o autor.

Figura 25 - Impermeabilização no muro de arrimo 3



Fonte: o autor.

- Detalhamento e análise da execução do sistema impermeabilizante empregado:
  - Inexistência de sistema impermeabilizante.
  - Material impermeabilizante adotado em inconformidade com o previsto pela norma, sendo correto utilizar manta asfáltica aderida ou semi-aderida ao primer.
  - Ausência de preparação do substrato a receber a impermeabilização;
  - Existência de furos no material adotado, gerando pontos suscetíveis a absorção de água, prejudicando a eficiência do sistema de impermeabilização.

## **4.2 Obra Bairro San Marino**

A impermeabilização das fundações é de extrema relevância para a estanqueidade da edificação, pois ela garante a proteção contra a umidade ascendente e por capilaridade que infiltra pelo solo subindo pelo baldrame, podendo chegar a até um metro da alvenaria.

- Caracterização da obra:

A obra em questão se trata de uma casa térrea de 69 m<sup>2</sup>, em terreno plano de aproximadamente 100 m<sup>2</sup>, onde será analisada a impermeabilização de sua fundação.

- Caracterização do sistema impermeabilizante empregado:

O sistema impermeabilizante empregado na fundação da edificação foi de membrana asfáltica moldada no local, cujas vantagens estão na facilidade da aplicação, resistência a possíveis movimentações, eliminação de emendas, porém, necessitando de um rigoroso controle de espessura em sua aplicação.

- Execução da impermeabilização na fundação da edificação:

As figuras 26 e 27 apresentam o sistema de impermeabilização empregado na fundação da edificação, com emprego de manta asfáltica moldada no local.



Figura 26 - Impermeabilização em fundação



Fonte: o autor.

Figura 27 - impermeabilização em fundação



Fonte: o autor.

- Detalhamento e análise da execução do sistema impermeabilizante empregado:
  - Material impermeabilizante utilizado em conformidade com o previsto, sendo utilizada membrana de emulsão asfáltica.
  - Ausência de preparação do substrato a receber a membrana de emulsão asfáltica;
  - Execução da impermeabilização em alguns pontos insuficientes, devendo ser aplicado a no mínimo 15 cm abaixo do baldrame.
  - Inexistência de projeto de impermeabilização.

### 4.3 Casa Bairro Alameda do café

- Caracterização da obra

A obra em questão se trata de uma residência de aproximadamente 50 metros quadrados onde a parede dos fundos é um muro de arrimo.

- Caracterização do sistema impermeabilizante empregado

Observa-se a ausência total de impermeabilização, tanto na sua fundação quanto no muro de arrimo, gerando diversos problemas na residência.

:

- Detalhamento e análise dos problemas promovidos pela falta de impermeabilização na edificação
  - Início de bolor e gotejamento;
  - Manchas diversas na parede;
  - Eflorescências;
  - Bolhas;
  - Mal cheiro gerando insalubridade ao local;
  - Degradação de moveis encostados na parede úmida.
  - Deslocamento de substrato;
  - Degradação da pintura;
  - Inexistência de qualquer projeto ou medida preventiva contra a umidade.

As figuras 28, 29 e 30 demonstram as consequências referentes a falta de impermeabilização do muro de arrimo.

Figura 28 - Parede interna de muro de arrimo com manchas decorrentes de ascensão capilar 1



Fonte: o autor.

Figura 29 - Parede interna de muro de arrimo com manchas decorrentes de ascensão capilar 2



Fonte: o autor.

Figura 30 - Parede interna de muro de arrimo com manchas e descolamento da pintura decorrente de ascensão capilar.



Fonte: o autor.

As figuras 31 e 32 demonstram as consequências promovidas pela falta da impermeabilização das fundações, gerando diversas patologias.

Figura 31 - Parede interna de residência com descolamento do substrato



Fonte: o autor.

Figura 32 - Parede interna de residência com início de bolor e degradação da pintura



Fonte: o autor.



## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Importância da impermeabilização**

A impermeabilização das estruturas se mostra uma importante etapa do processo construtivo, influenciando em várias etapas construtivas, tanto que a elaboração do projeto de impermeabilização deve ser desenvolvida em conjunto com os demais projetos, a fim de buscar a real adequação às imposições construtivas existentes em cada edificação.

A maioria dos elementos da construção não resiste ao intemperismo, por isso a importância de uma correta impermeabilização se mostra necessária para garantir a proteção da edificação e dos elementos estruturais contra diversas patologias deteriorantes a mesma.

A inadequada impermeabilização ou a sua inexistência acarreta resultados indesejáveis como infiltração em um primeiro momento, seguida de degradação do concreto, corrosão da ferragem, deterioração da pintura, descolamento dos revestimentos, compromete até mesmo a habitabilidade por gerar insalubridade e consequentes malefícios a saúde de seus ocupantes, podendo até mesmo influenciar na integridade da edificação.

Os custos referentes à impermeabilização giram em torno de 1% a 3% do custo total da obra sendo que, os gastos corretivos se tornam muito superiores, causando prejuízos consideráveis, e muitas vezes com soluções paliativas.

A importância da impermeabilização está diretamente ligada à segurança da edificação, garantindo sua durabilidade, protegendo as armaduras contra a corrosão, além de proporcionar salubridade a mesma, evitando fungos e manchas geradores de malefícios a saúde e mal estar dos usuários.

### **5.2 Principais falhas na impermeabilização**

Os principais problemas resultantes da ineficiência da impermeabilização em edificações são em decorrência da umidade, sendo manchas, bolores, descolamentos, fissurações, degradação de pinturas, comprometimento das armaduras.

As principais falhas observadas nos sistema de impermeabilização são:

- Falta de um projeto executivo de impermeabilização, contendo uma análise e adequação das imposições construtivas, escolha adequada dos materiais e sistemas impermeabilizantes.

- Falhas na construção, sendo estas, juntas não seladas em esquadrias, trincas e fissuras, calhas mal dimensionadas, assim como problemas em telhados, além de problemas em tubulações.
- Falhas na escolha do sistema impermeabilizante, assim como nos materiais empregados, sendo necessário analisar cada elemento estrutural a fim de determinar o sistema ou material no qual se adeque as características do mesmo, sejam elas por movimentações, exposição solar, cargas atuantes sobre a impermeabilização, dentre outras.
- Falhas na execução, caimentos insuficientes, preparação inadequada do substrato, impermeabilização realizada sobre poeira, o que compromete a aderência, assim como falhas em emendas. Falhas estas promovidas por mão de obra desqualificada.
- Falhas de utilização, provocadas pelo próprio uso da edificação sendo estes por perfurações sem reparos após instalações diversas, reformas, ou mesmo durante a construção da edificação com a locação inadequada de entulhos, podendo provocar perfurações na impermeabilização.

Não existe nenhum sistema impermeabilizante ou produto que corrija omissões ou erros de projetos, o bom senso da importância da impermeabilização e o correto planejamento, seguindo corretamente o projeto, por sua vez realizado por um profissional habilitado para tal, assim como a correta execução por equipes qualificadas são de fundamental importância para evitar falhas que, muitas vezes geram prejuízos financeiros, de salubridade e estruturais.

### **5.3 Cuidados para evitar falhas**

- O primeiro passo para a prevenção de possíveis problemas com a umidade nas edificações está na elaboração de um projeto de impermeabilização executado por um profissional qualificado, conjuntamente com os demais projetos. Tais projetos devem prever todas as imposições por elementos estruturais e suas devidas soluções, definindo assim, os sistemas de impermeabilização mais adequados aos elementos analisados;
- O segundo passo se dá na fiscalização da própria edificação, garantindo à qualidade da construção dos elementos estruturais sujeitos a impermeabilização;
- O terceiro passo está na escolha dos materiais e de fornecedores de produtos normatizados e reconhecidos;

- O quarto passo para evitar falhas se dá na correta aplicação do sistema impermeabilizante realizados por profissionais capacitados, levando-se em conta todos os detalhes construtivos, presentes na edificação;
- Por fim, a correta manutenção da impermeabilização, os cuidados em reformas, fixações, instalação de antenas e demais equipamentos que necessitem de perfurações na estrutura, bem como a correta proteção mecânica aplicada sobre o sistema de impermeabilização é imprescindível.

#### **5.4 Indicativos de solução**

- Análise de pontos críticos sujeitos a infiltração em cada obra;
- Análise dos sistemas impermeabilizantes mais indicados para cada caso;
- Sugestão dos materiais impermeabilizantes a serem utilizados;
- Elaboração de projeto executivo de impermeabilização;
- Comparação entre os custos de implantação durante a execução da obra, e os custos corretivos pela falta da impermeabilização.

## 6 CARACTERIZAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO

### 6.1 Análise dos elementos sujeitos a infiltrações nos estudos de caso analisados

#### 6.1.1 Obra Treviso

Figura 33 - Área analisada obra Treviso

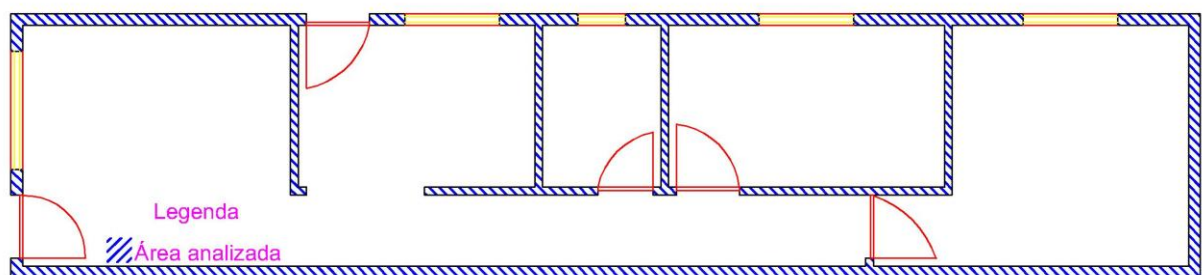


Fonte: o autor

- Fundação
- Muro de arrimo (Face em contato com o solo)
- Revestimento interno do muro

#### 6.1.2 Obra San Marino

Figura 34 – Área analisada obra San Marino

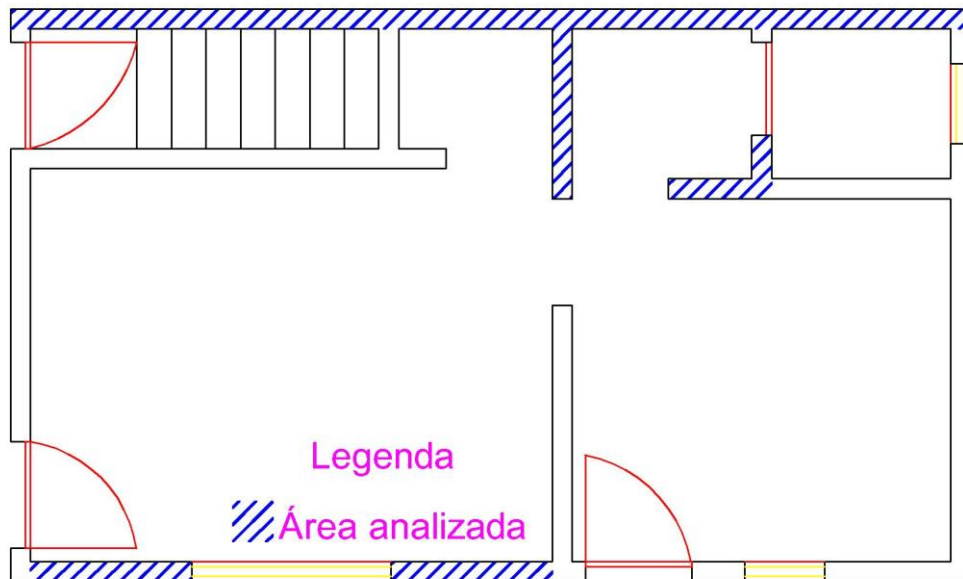


Fonte: o autor

- Fundação
- Impermeabilização das paredes

### 6.1.3 Obra Alameda do Café

Figura 35 - Área analisada obra Alameda do Café



Fonte: o autor

- Fundação
- Muro de arrimo
- Revestimento das paredes
- Laje
- Áreas molhadas (Banheiro/cozinha)
- Telhados
- Esquadrias
- Trincas

## 6.2 Propostas de soluções

### 6.2.1 Obra Treviso

#### 6.2.1.1 Fundação

Sistema proposto: Membrana de emulsão asfáltica;

Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo.

Materiais impermeabilizantes sugeridos ou similares: Bianco, Neutrol, Vedacit.

#### 6.2.1.1.1 Preparação do substrato

Para baldrame e sapatas, deve-se como preparo prévio limpar toda a superfície e chapisca-la com um adesivo de alto desempenho para argamassas e chapiscos (Bianco), aguardando 3 dias para secagem e aplicação do revestimento, que deve ser feito sobre o traço 1:3 (cimento e areia peneirada), com adição em sua água de aditivo impermeabilizante (Vedacit), com uma camada mínima de revestimento de 1,5cm sobre o chapisco e possuir no mínimo 15 cm de altura , aguardando o tempo de secagem, conforme prescrito no manual de aplicação do fabricante vedacit.

#### 6.2.1.1.2 Aplicação de membrana asfáltica

A imprimação da membrana asfáltica se dá moldada in-loco, sem emendas, sendo as demãos aplicadas na forma de pintura com rolo de lã, trincha, brocha ou vassoura de cerdas macias de forma homogênea, conforme prescrito na ABNT NBR 9574/2008, aguardando um intervalo de 8 horas entre demãos para devida secagem. As demãos devem respeitar o consumo de 500 ml/m<sup>2</sup> para função de concreto e alvenaria revestida de argamassa, a primeira demão se dá para penetração, sendo mais escassa, completando com as demais demãos mais encorpadas.

#### 6.2.1.1.3 Ferramentas utilizadas

Colher de pedreiro, bloco de espuma, rolo de lã, trincha ou brocha.

#### 6.2.1.2 Muro de arrimo (Face em contato com o solo)

Sistema proposto: Manta asfáltica aplicada no sistema semi-aderido;

Membrana de emulsão asfáltica;

Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo.

Materiais impermeabilizantes sugeridos ou similares: Bianco, vedacit, neutrol, manta asfáltica.

#### 6.2.1.2.1 Assentamento dos blocos

Executar o assentamento dos blocos ou tijolos com argamassa impermeável sobre o traço 1:3 (cimento e areia peneirada), com adição de 2 litros de vedacit para cada saco de 50 kg de cimento. Sendo utilizada esta argamassa de assentamento até a 5ª fiada ou um metro acima do piso do piso de referencia.

#### 6.2.1.2.2 Preparação do substrato

O substrato deve estar limpo, seco, regular, rígido e com cantos arredondados, chapiscado com um adesivo de alto desempenho para argamassas e chapiscos (Bianco), aguardando três dias para secagem e aplicação da camada de regularização sobre o traço de 1:3 (cimento e areia média peneirada), com adição na água de aditivo impermeabilizante para concretos e argamassas (Vedacit) na proporção de dois litros para cada 50 kg de cimento. Aguardar a secagem da argamassa por no mínimo três dias.

#### 6.2.1.2.3 Aplicação de membrana de emulsão asfáltica ou primer

A imprimação da membrana asfáltica se dá moldada in-loco, sem emendas, sendo as demãos aplicadas na forma de pintura com rolo de lã, trincha, brocha ou vassoura de cerdas macias de forma homogênea, conforme prescrito na ABNT NBR 9574/2008, aguardando um intervalo de 8 horas entre demãos para devida secagem. As demãos devem respeitar o consumo de 350ml/m<sup>2</sup> para função de primer, a primeira demão se dá para penetração, sendo mais escassa, completando com as demais demãos mais encorpadas.

#### 6.2.1.2.4 Aplicação de manta asfáltica

Aplicação se dá após a secagem da membrana de emulsão asfáltica, com a utilização da chama de maçarico a GLP, onde o maçarico deve possuir gatilho controlador de chama, haste de 50cm e bocal de 2", conforme prescrito na ABNT NBR 9574/2008. A chama deve

ser direcionada de modo que aqueça o substrato e a face de aderência da manta, pressionando a manta do centro as bordas com a função de eliminar a presença de bolhas de ar, trabalhando no sistema semi-aderido a manta é fixada apenas nas extremidade e emendas, que devem ser sobrepostas em no mínimo em 10cm.

#### 6.2.1.2.5 Ferramentas utilizadas

Colher de pedreiro, bloco de espuma, rolo de lã, trincha ou brocha, maçarico a GLP.

#### 6.2.1.3 Revestimento interno do muro

Sistema proposto: Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo.

Argamassa polimérica

Materiais impermeabilizantes sugeridos ou similares: Bianco, vedacit, vedatop.

##### 6.2.1.3.1 Reboco

Realizar a limpeza da superfície e chapisca-la com adesivo de alto desempenho para argamassas e chapiscos (Bianco), aguardar a completa secagem por três dias para aplicação do revestimento, que deve ser feita sobre o traço 1:3 (Cimento e areia peneirada), com adição de aditivo impermeabilizante (Vedacit), juntamente com a água, sob a proporção de dois litros de aditivo para cada 50 kg de cimento. Deve evitar ao máximo as emendas e ter espessura mínima de 1,5 cm, conforme prescrito no manual técnico de aplicação da vedacit.

##### 6.2.1.3.2 Aplicação da argamassa polimérica (Face interna do muro de arrimo)

A argamassa polimérica deve ser aplicada na forma de pintura com broca ou trincha em 3 a 4 demãos cruzadas, observando o consumo de 850 g/m<sup>2</sup>/demão e o intervalo de 6 horas entre cada demão. Este procedimento deve ser realizado apenas no lado interno do muro.

##### 6.2.1.3.3 Ferramentas utilizadas

Colher de pedreiro, bloco de espuma, trincha ou brocha.



## 6.2.2 Obra San Marino

### 6.2.2.1 Fundação

Sistema proposto: Membrana de emulsão asfáltica;

Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo.

Materiais impermeabilizantes sugeridos ou similares: Bianco, neutrol, vedacit.

#### 6.2.2.1.1 Preparação do substrato

Conforme 6.2.1.1.1

#### 6.2.2.1.2 Aplicação de membrana asfáltica

Conforme 6.2.1.1.2

#### 6.2.2.1.3 Ferramentas utilizadas

Colher de pedreiro, bloco de espuma, rolo de lã, trincha ou brocha.

### 6.2.2.2 Revestimento das paredes

Sistema proposto: Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo.

Pintura impermeável elástica de base acrílica.

Materiais impermeabilizantes sugeridos ou similares: Bianco, vedacit, vedapren parede.

#### 6.2.2.2.1 Assentamento dos blocos

Conforme 6.2.1.2.1

#### 6.2.2.2.2 Reboco

Conforme 6.2.1.3.1

#### 6.2.2.2.3 Impermeabilização externa da parede

A impermeabilização com pintura impermeabilizante elástica de base acrílica deve ocorrer em áreas externas sujeitas a batidas de chuvas, sendo aplicada sob a forma de pintura como rolo de lã alta ou trincha, sendo recomendado de 2 a 3 demãos até cerca de um metro do piso de referência, com consumo aproximado de 360 a 400 g/m<sup>2</sup>/demão, respeitando 6 horas para secagem entre cada demão. A primeira demão deve ser aplicada com uma diluição de 10% de água limpa, proporcionando uma melhor penetração no substrato, sendo as demais demãos aplicadas sem diluição. A secagem final após a última demão se dá após 3 dias, para posterior pintura final.

#### 6.2.2.2.4 Ferramentas utilizadas

Colher de pedreiro, bloco de espuma, régua 2 mts, rolo de lã alta, trincha

### 6.2.3 Obra Alameda do Café

#### 6.2.3.1 Fundação

Sistema proposto: Membrana de emulsão asfáltica;

Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo.

Materiais impermeabilizantes sugeridos ou similares: Bianco, neutrol, vedacit.

##### 6.2.3.1.1 Preparação do substrato

Conforme 6.2.1.1.1

##### 6.2.3.1.2 Aplicação de membrana asfáltica

Conforme 6.2.1.1.2

##### 6.2.3.1.3 Ferramentas utilizadas

Colher de pedreiro, bloco de espuma, rolo de lã, trincha ou brocha.

#### 6.2.3.2 Muro de arrimo

Sistema proposto: Membrana de emulsão asfáltica.

Manta asfáltica aplicada no sistema semi-aderido

Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo

Argamassa polimérica

Materiais impermeabilizantes sugeridos ou similares: Bianco, vedacit, neutrol, manta asfáltica, vedatop.

#### 6.2.3.2.1 Assentamento dos blocos

Conforme 6.2.1.2.1

#### 6.2.3.2.2 Preparação do substrato

Conforme 6.2.1.2.2

#### 6.2.3.2.3 Aplicação de membrana de emulsão asfáltica ou primer (face em contato com a terra)

Conforme 6.2.1.2.3

#### 6.2.3.2.4 Aplicação de manta asfáltica (Face em contato com a terra)

Conforme 6.2.1.2.4

#### 6.2.3.2.5 Revestimento interno

Conforme 6.2.1.3.1

#### 6.2.3.2.6 Aplicação da argamassa polimérica (Face interna do muro de arrimo)

Conforme 6.2.3.1.2

#### 6.2.3.2.7 Ferramentas utilizadas

Colher de pedreiro, bloco de espuma, rolo de lã, trincha ou brocha, maçarico a GLP.

### 6.2.3.3 Revestimento externo das paredes

Sistema proposto: Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo.

Pintura impermeável elástica de base acrílica.

Materiais impermeabilizantes sugeridos ou similares: Bianco, vedacit, vedapren parede

#### 6.2.3.3.1 Reboco

Conforme 6.2.1.3.1

#### 6.2.3.3.2 Impermeabilização externa da parede

Conforme 6.2.2.2.3

#### 6.2.3.3.3 Ferramentas utilizadas

Colher de pedreiro, bloco de espuma, rolo de lã alta, trincha.

#### 6.2.3.4 Laje

Sistema proposto: Emulsão asfáltica modificada com elastômeros;

Estruturante a base de poliéster.

Materiais impermeabilizantes sugeridos ou similares: Vedapren, Vedatex

#### 6.2.3.4.1 Preparação da laje

A laje a receber a impermeabilização deve se encontrar de acordo com a ABNT NBR 9574/2008 limpa, seca, regular, firme, com cantos arredondados, além de possuir uma declividade mínima de 1% nas áreas horizontais, sendo permitido mínimo de 0,5 % para calhas.

#### 6.2.3.4.2 Aplicação Emulsão asfáltica modificada com elastômeros

Aplicar a primeira demão para penetração ou imprimação com rolo de lã de carneiro, brocha ou vassoura de cerdas macias de forma homogênea, sendo esta primeira camada mais

rala sendo diluída em no máximo 10% com água limpa, aguardando secagem de 8 horas entre as demãos.

Aplicar as demãos subsequentes de modo que garanta o recobrimento total da laje, sendo recomendado pelo fabricante um consumo mínimo de 3 litros por m<sup>2</sup>, sempre respeitando o tempo de secagem entre demãos.

Nas platibandas a impermeabilização deve subir 30 cm no encaixe previsto para regularização, em pontos como juntas, ralos, cantos, arestas e tubos deve-se executar um reforço entre a 1ª e 2ª demãos com tela de poliéster estruturante para impermeabilização. (Vedatex)

#### 6.2.3.4.3 Ferramentas utilizadas

Rolo de lã de carneiro, brocha ou vassoura de cerdas macias.

#### 6.2.3.5 Áreas molhadas (Banheiro/cozinha)

Sistema proposto: Argamassa polimérica de base acrílica;  
Estruturante a base de poliéster.

Materiais impermeabilizantes sugeridos ou similares : Vedatop, vedatex.

##### 6.2.3.5.1 Preparo do substrato

O concreto deve estar seco, limpo de impurezas, deve possuir caimento mínimo de 1% direcionado aos ralos, cantos e arestas devem arredondados com raio mínimo de 5cm, verificar a existência de trincas e realizar o tratamento prévio.

##### 6.2.3.5.2 Aplicação da argamassa polimérica

A argamassa polimérica deve ser aplicada na forma de pintura com broca ou trincha em 3 a 4 demãos cruzadas, observando o consumo de 850 g/m<sup>2</sup>/demão e o intervalo de 6 horas entre cada demão. Ao redor de ralos e juntas de concretagem deve ser reforçado entre a 1 e 2 demãos com estruturante a base de poliéster.

#### 6.2.3.5.3 Ferramentas utilizadas

Brocha ou trincha

#### 6.2.3.6 Telhados

Materiais impermeabilizantes sugeridos ou similares: Selante flexível a base de poliuretano, silicone ascético transparente.

Cuidados com os telhados a fim de evitar infiltrações oriundas da atmosfera realizando vedações de possíveis áreas de entrada de água como platibandas, chaminés, beirais, além da instalação de rufos e calhas, com a vedação dos mesmos.

#### 6.2.3.7 Esquadrias

Materiais impermeabilizantes sugeridos ou similares: Silicone ascético transparente, Massa de calafetar.

Cuidados com a vedação das esquadrias a fim de evitar infiltrações oriundas da atmosfera em possíveis gretas.

#### 6.2.3.8 Trincas

Materiais impermeabilizantes sugeridos ou similares: Vedaflex (Selante impermeável de elasticidade permanente)

Cuidados com a eliminação de possíveis trincas geradas por dilatação, onde pode ter ocorrência de infiltração, seja por percolação ou oriundas da atmosfera.

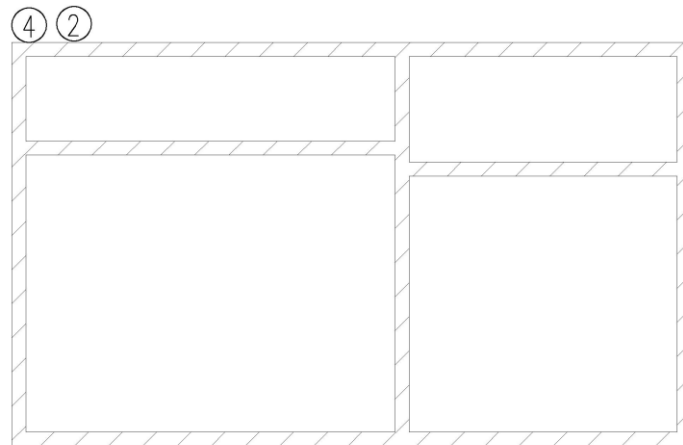
### 6.3 Projetos básico e executivo de impermeabilização referente ao estudo de caso obra Alameda do café

#### 6.3.1 Projeto básico de impermeabilização

##### 6.3.1.1 Plantas de localização

##### 6.3.1.1.1 Planta de fundação

Figura 36 – Planta de Fundação

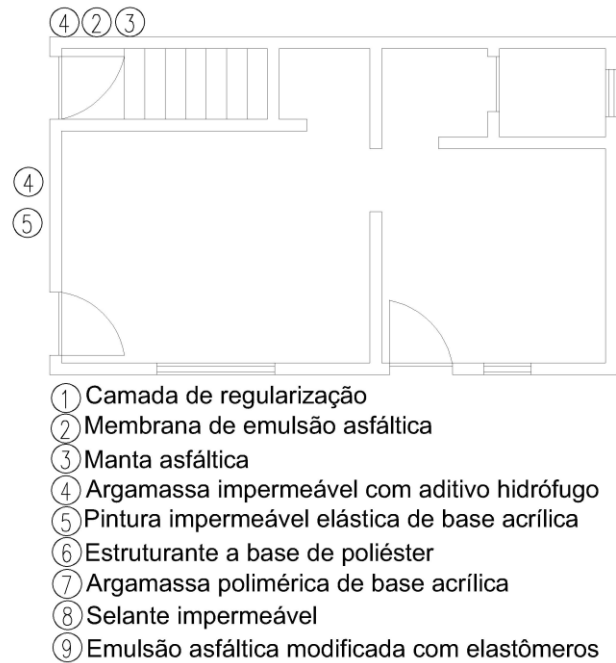


- ① Camada de regularização
- ② Membrana de emulsão asfáltica
- ③ Manta asfáltica
- ④ Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo
- ⑤ Pintura impermeável elástica de base acrílica
- ⑥ Estruturante a base de poliéster
- ⑦ Argamassa polimérica de base acrílica
- ⑧ Selante impermeável
- ⑨ Emulsão asfáltica modificada com elastômeros

Fonte: o autor

### 6.3.1.1.2 Impermeabilização externa

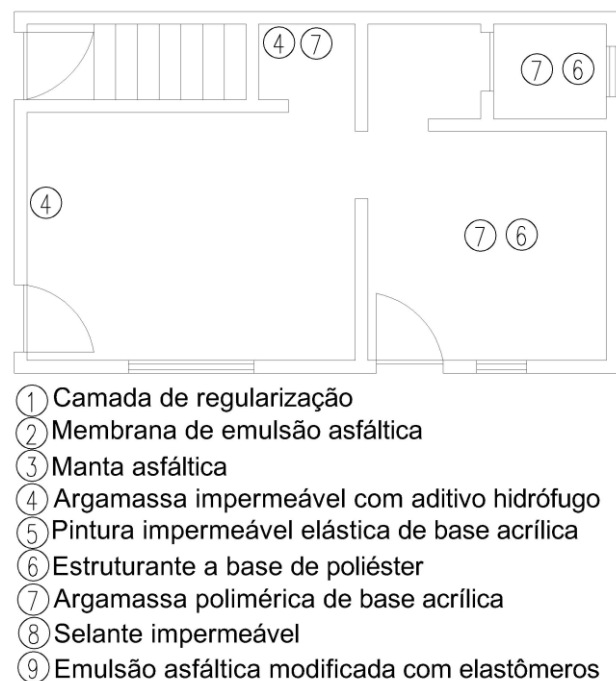
Figura 37 – Impermeabilização externa



Fonte: o autor

### 6.3.1.1.3 Impermeabilização interna

Figura 38 – Impermeabilização interna

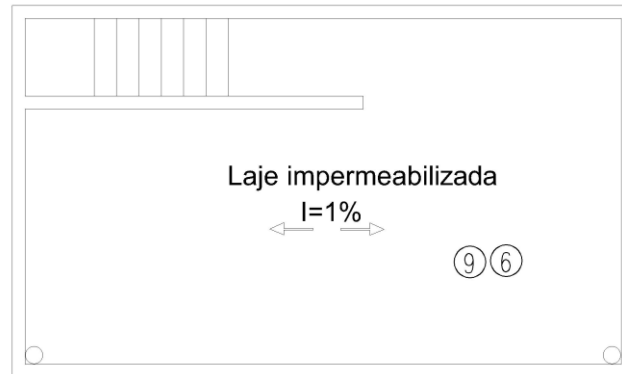


Fonte: o autor



#### 6.3.1.1.4 Impermeabilização laje

Figura 39 – Impermeabilização laje



- ① Camada de regularização
- ② Membrana de emulsão asfáltica
- ③ Manta asfáltica
- ④ Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo
- ⑤ Pintura impermeável elástica de base acrílica
- ⑥ Estruturante a base de poliéster
- ⑦ Argamassa polimérica de base acrílica
- ⑧ Selante impermeável
- ⑨ Emulsão asfáltica modificada com elastômeros

Fonte: o autor

#### 6.3.1.2 Locais sujeitos a umidade

- Fundação (baldrames, sapatas, brocas)
- Alvenaria (assentamento dos blocos)
- Revestimento (interno, externo, em contato com a terra)
- Áreas molhadas (banheiro, cozinha)
- Laje (piso, ralos)
- Telhado
- Trincas

#### 6.3.1.3 Sistemas impermeabilizantes empregados

- Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo
- Membrana de emulsão asfáltica
- Manta asfáltica
- Emulsão asfáltica modificada com elastômeros

- Argamassa polimérica de base acrílica
- Pintura impermeável elástica de base acrílica

### 6.3.2 Projeto executivo de impermeabilização

#### Memorial descritivo

##### 6.3.2.1 Objetivo

O presente memorial descritivo tem por objetivo apresentar os procedimentos básicos a serem tomados para execução da impermeabilização dos elementos sujeitos a umidade em uma edificação multifamiliar localizada no bairro Alameda do café.

A impermeabilização tem por objetivo a estanqueidade da edificação, impedindo a passagem indesejável de fluidos ao local a que se deseja proteger contra problemas que podem surgir a partir da infiltração de água nos elementos construtivos.

##### 6.3.2.2 Método executivo

A impermeabilização deverá ser aplicada conforme a ABNT NBR 9574/2008, indicando a superfície a ser aplicada condicionada a sua resistência, uniformidade e devidamente seca, com a preparação prévia do substrato antes da aplicação da impermeabilização, cantos e arestas arredondados, bem como a mais completa obediência as recomendações do fabricante, seja pelo consumo, manuseio, dosagem e estocagem dos produtos.

##### 6.3.2.3 Desenhos

O projeto referente aos elementos da estrutura sujeitos a impermeabilização será composto por duas pranchas com a localização dos elementos impermeabilizados e detalhamento dos mesmos, conforme anexo 3.

#### 6.3.2.4 Execução dos serviços

##### 6.3.2.4.1 Fundação

###### 6.3.2.4.1.1 Necessidade de materiais

<b>Material</b>	<b>Área</b>	<b>Necessidade</b>
Bianco	14,95 m <sup>2</sup>	6,70 kg
Vedacit	0,23 m <sup>3</sup>	4,40 lts
Neutrol	14,95 m <sup>2</sup>	7,50 lts

###### 6.3.2.4.1.2 Descrição do sistema

Impermeabilização com membrana de emulsão asfáltica **NEUTROL**.

###### 6.3.2.4.1.3 Material sugerido ou similar

**BIANCO** é uma resina sintética, de alto desempenho, que proporciona excelente aderência das argamassas aos mais diversos substratos. Confere maior plasticidade, aumenta a impermeabilidade e evita a retração das argamassas. Pode ser usado em áreas externas e internas ou sujeitas à umidade.

**VEDACIT** é um aditivo impermeabilizante para concretos e argamassas, que age por hidrofugação do sistema capilar e permite a respiração dos materiais, mantendo os ambientes salubres.

**NEUTROL** é uma tinta asfáltica de grande aderência e alta resistência química que forma uma película impermeável. É indicado para proteção de estruturas de concreto e alvenaria revestida com argamassa em contato com o solo sujeita a águas e aos meios agressivos.

###### 6.3.2.4.1.4 Preparação da superfície

As superfícies devem estar limpas, porosas, isentas de pó e umedecidas previamente para chapisca-las com adesivo de alto desempenho para argamassas e chapiscos sobre o traço 1:3 de cimento: areia, diluído na água pela proporção de 1:2 de **BIANCO**: água, aguardando no mínimo 3 dias para aplicação do revestimento.

O revestimento deve ser preparado pelo traço 1:3 de cimento: areia, com adição de **VEDACIT** na proporção de 2 litros para cada 50kg de cimento, com uma camada mínima de 1,5 cm de espessura e 15 cm de altura, aguardando no mínimo 3 dias para aplicação da membrana de emulsão asfáltica.

#### 6.3.2.4.1.5 Preparo do produto

Produto pronto para o uso. Misturar o produto antes da aplicação, utilizando ferramenta limpa a fim de evitar a sua contaminação.

#### 6.3.2.4.1.6 Forma de aplicação

**NEUTROL** é aplicado sob a forma de pintura com brocha, trincha, rolo de lã baixa ou vassoura de cerdas macias em demãos, respeitando o consumo por m<sup>2</sup>, com intervalo mínimo de 8 horas entre demãos.

#### 6.3.2.4.1.7 Aplicação

A superfície para aplicação do **NEUTROL** de estar totalmente seca, aplicar a 1ª demão mais escassa para penetração, esfregando bem o material sobre o substrato, as demãos subsequentes devem ser mais fartas, respeitando o consumo por m<sup>2</sup> e tempo de secagem entre demãos.

#### 6.3.2.4.1.8 Consumo

Adesivo de alto desempenho para argamassas e chapiscos **BIANCO** – 450gr/m<sup>2</sup>

Aditivo impermeabilizante hidrófugo **VEDACIT** – 4% da massa de cimento (2lt para cada 50kg de cimento)

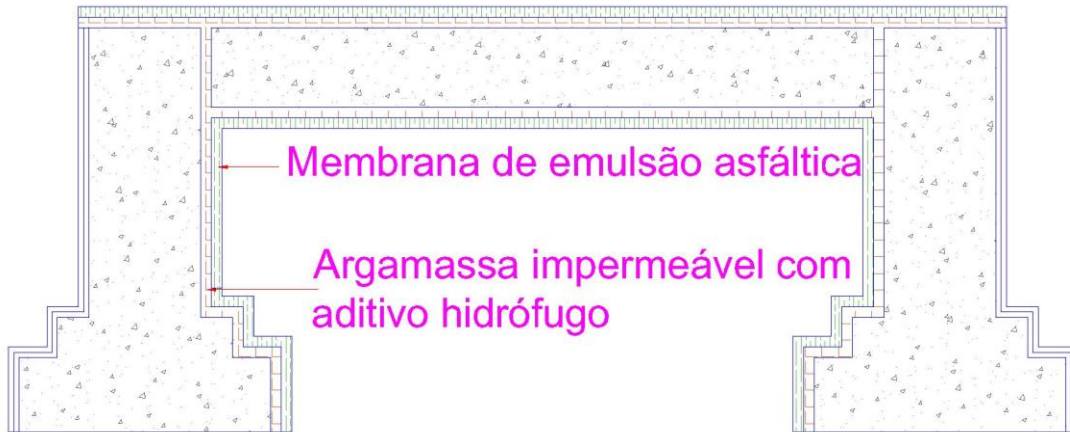
Membrana de emulsão asfáltica **NEUTROL** – 500ml/m<sup>2</sup>

#### 6.3.2.4.1.9 Estocagem

Estocar o produto em local coberto, fresco, seco e ventilado, fora do alcance de crianças, animais e longe de fontes de calor.

#### 6.3.2.4.1.10 Desenho

Figura 40 – Detalhe 01



Fonte: o autor

#### 6.3.2.4.2 Assentamento

##### 6.3.2.4.2.1 Necessidade de materiais

Material	Área	Necessidade
Vedacit	33,2 mt	13,5lts

##### 6.3.2.4.2.2 Descrição do sistema

Impermeabilização com aditivo impermeabilizante para concretos e argamassas **VEDACIT**.

##### 6.3.2.4.2.3 Material sugerido ou similar

**VEDACIT** é um aditivo impermeabilizante para concretos e argamassas, que age por hidrofugação do sistema capilar e permite a respiração dos materiais, mantendo os ambientes salubres.

##### 6.3.2.4.2.4 Preparo do produto

Misturar o VEDACIT antes de usar e dissolvê-lo na água de amassamento.

#### 6.3.2.4.2.5 Forma de aplicação

A argamassa de assentamento impermeável é aplicada com auxílio de uma colher de pedreiro, sempre levando em conta o devido prumo e esquadro das paredes.

#### 6.3.2.4.2.6 Aplicação

A alvenaria deve se iniciar com o assentamento dos blocos com argamassa impermeável sobre o traço 1:3 de cimento: areia, adicionando a água 2 litros de **VEDACIT** para cada 50 kg de cimento. Utilizar essa argamassa no assentamento da parede até um metro acima do piso de referência.

#### 6.3.2.4.2.7 Consumo

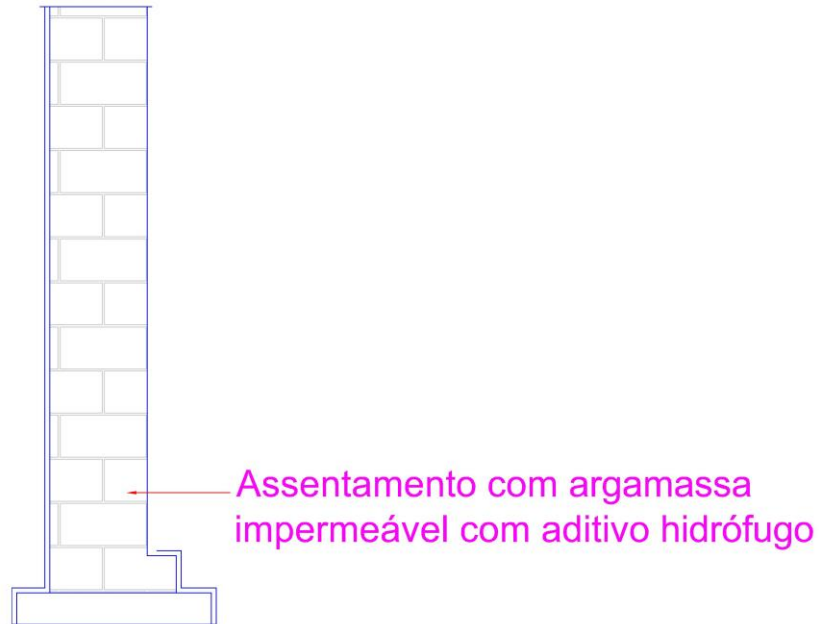
Aditivo impermeabilizante hidrófugo **VEDACIT** – 4% da massa de cimento (2lt para cada 50kg de cimento)

#### 6.3.2.4.2.8 Estocagem

Estocar o produto em local coberto, fresco, seco e ventilado, fora do alcance de crianças, animais e longe de fontes de calor.

### 6.3.2.4.2.9 Desenho

Figura 41 – Assentamento



Fonte: o autor

### 6.3.2.4.3 Revestimento

#### 6.3.2.4.3.1 Necessidade de materiais

Material	Área	Necessidade
Bianco	66,45m <sup>2</sup>	29,90 kg
Vedacit	3,33 m <sup>3</sup>	62 lts
Neutrol	20,23 m <sup>2</sup>	7,08 lts
Vedamax poliéster II	22,00 m <sup>2</sup>	25,3 m <sup>2</sup>
Vedapren parede	26 m <sup>2</sup>	20,8 kg
Vedatop	20,23 m <sup>2</sup>	68,8 kg

#### 6.3.2.4.3.2 Descrição dos sistemas

Manta asfáltica **VEDAMAX POLIESTER II**

Argamassa polimérica de base acrílica **VEDATOP**

Pintura impermeável elástica de base acrílica **VEDAPREN PAREDE**

#### 6.3.2.4.3.3 Materiais sugeridos ou similares

**BIANCO** é uma resina sintética, de alto desempenho, que proporciona excelente aderência das argamassas aos mais diversos substratos. Confere maior plasticidade, aumenta a impermeabilidade e evita a retração das argamassas. Pode ser usado em áreas externas e internas ou sujeitas à umidade.

**VEDACIT** é um aditivo impermeabilizante para concretos e argamassas, que age por hidrofugação do sistema capilar e permite a respiração dos materiais, mantendo os ambientes salubres.

**NEUTROL** é uma tinta asfáltica de grande aderência e alta resistência química que forma uma película impermeável. É indicado para proteção de estruturas de concreto e alvenaria revestida com argamassa em contato com o solo sujeita a águas e aos meios agressivos.

**VEDAMAX POLIESTER II** é uma manta asfáltica com acabamento de polietileno que confere impermeabilidade, resistência à tração e puncionamento, além de flexibilidade e aderência à superfície.

**VEDAPREN PAREDE** é uma pintura impermeável, elástica e de base acrílica, que oferece grande aderência e durabilidade, dispensa a seladora. Pode ser deixado exposto ou receber pigmento líquido, tinta látex/acrílica, textura ou grafiato.

**VEDATOP** é uma argamassa polimérica de base acrílica impermeável de alta aderência e de fácil aplicação.

#### 6.3.2.4.3.4 Preparação da superfície

As superfícies devem estar limpas, porosas, isentas de pó e umedecidas previamente para chapisca-las com adesivo de alto desempenho para argamassas e chapiscos sobre o traço 1:3 de cimento: areia, diluído na água pela proporção de 1:2 de **BIANCO**: água, aguardando no mínimo três dias para aplicação do revestimento.

O revestimento deve ser preparado pelo traço 1:3 de cimento: areia, com adição de **VEDACIT** na proporção de 2 litros para cada 50kg de cimento, com uma camada mínima de 1,5 cm de espessura e 15 cm de altura, aguardando no mínimo 3 dias para aplicação da membrana de emulsão asfáltica.



#### 6.3.2.4.3.5 Preparo do produto

**BIANCO** - Misturar antes de usar. Adicionar BIANCO à água de amassamento na diluição indicada para cada tipo de aplicação.

**VEDACIT** - Misturar o VEDACIT antes de usar e dissolvê-lo na água de amassamento.

**NEUTROL** - Produto pronto para o uso. Misturar o produto antes da aplicação, utilizando ferramenta limpa a fim de evitar a sua contaminação.

**VEDAMAX POLIÉSTER II** - Produto pronto para o uso.

**VEDAPREN PAREDE** - Produto pronto para o uso. Misturar o produto antes da aplicação, utilizando ferramenta limpa a fim de evitar a sua contaminação.

**VEDATOP** - Utilizar o dosador que acompanha o produto misturando 2 medidas do dosador cheio de VEDATOP para 1 medida do dosador cheio de água limpa em um recipiente limpo e seco, deve-se colocar primeiramente a água para facilitar a mistura e aguardar cerca de 10 minutos antes de aplicar. Após misturado deve ser aplicado em no máximo em 1 hora.

#### 6.3.2.4.3.6 Forma de aplicação

Argamassa de assentamento impermeável é aplicada com auxílio de uma colher de pedreiro.

Membrana de emulsão asfáltica, pintura impermeável elástica de base acrílica e argamassa polimérica de base acrílica são aplicados com auxílio de brocha, trincha, rolo de lã, ou vassoura de cerdas macias.

Manta asfáltica é aplicada com auxílio de maçarico a GLP.

#### 6.3.2.4.3.7 Aplicação

A manta asfáltica será aplicada na face externa em contato com a terra do muro de arrimo, onde a superfície para aplicação do primer **NEUTROL** deve estar totalmente seca. Aplicar a 1ª demão mais escassa para penetração, esfregando bem o material sobre o substrato, as demãos subsequentes devem ser mais fartas, respeitando o consumo por m<sup>2</sup> para função exercida para o produto e o tempo de secagem entre demãos. Iniciar a aplicação da manta **VEDAMAX POLIÉSTER II** posicionando e alinhando os rolos de manta asfáltica no sentido oposto ao fluxo de água na área de aplicação a partir da parte mais baixa para as partes mais altas de forma que as emendas das mantas obedeçam ao sentido do fluxo da água.

Com o auxílio do maçarico, executar a colagem da manta asfáltica, aquecendo o lado inferior da manta e, ao mesmo tempo, a superfície imprimada, pressionando-a do centro para as bordas a fim de evitar a formação de bolhas de ar. As emendas devem ter sobreposição mínima de 10 cm.

A argamassa polimérica de base acrílica **VEDATOP** será aplicada na face interna do muro de arrimo, onde poderá ser aplicado com broxa ou trincha sobre 3 a 4 demãos cruzadas, respeitando o consumo por m<sup>2</sup>, tendo um intervalo de 6 horas entre cada demão, as paredes tratadas com este sistema podem receber qualquer tipo de revestimento, exceto pintura à base de solvente.

A pintura impermeável elástica de base acrílica **VEDAPREN PAREDE** será aplicada nas paredes externas com exceção do muro de arrimo até um metro acima do piso de referência, devendo ser aplicado com rolo de lã alta ou trincha sobre 2 a 3 demãos, respeitando o consumo por m<sup>2</sup>, tendo um intervalo de 6 horas entre cada demão. A primeira camada deve ser diluído em 10% de água para proporcionar melhor penetração do produto seguida pelas demais camadas sem diluição, aguardando a secagem após a última demão do produto por no mínimo três dias, antes de efetuar aplicação de tinta látex/acrílica, textura ou grafiato.

#### 6.3.2.4.3.8 Consumo

Adesivo de alto desempenho para argamassas e chapiscos **BIANCO** – 450gr/m<sup>2</sup>

Aditivo impermeabilizante hidrófugo **VEDACIT** – 4% da massa de cimento (2lt para cada 50kg de cimento)

Membrana de emulsão asfáltica **NEUTROL** – 350ml/m<sup>2</sup> (Para função primer)

Manta asfáltica **VEDAMAX POLIESTER II** – 1,15m<sup>2</sup>/mt

Pintura impermeável elástica de base acrílica **VEDAPREN PAREDE** – 400gr/mt/demão.

Argamassa polimérica de base acrílica **VEDATOP** - Pintura 850 g/m<sup>2</sup>/demão

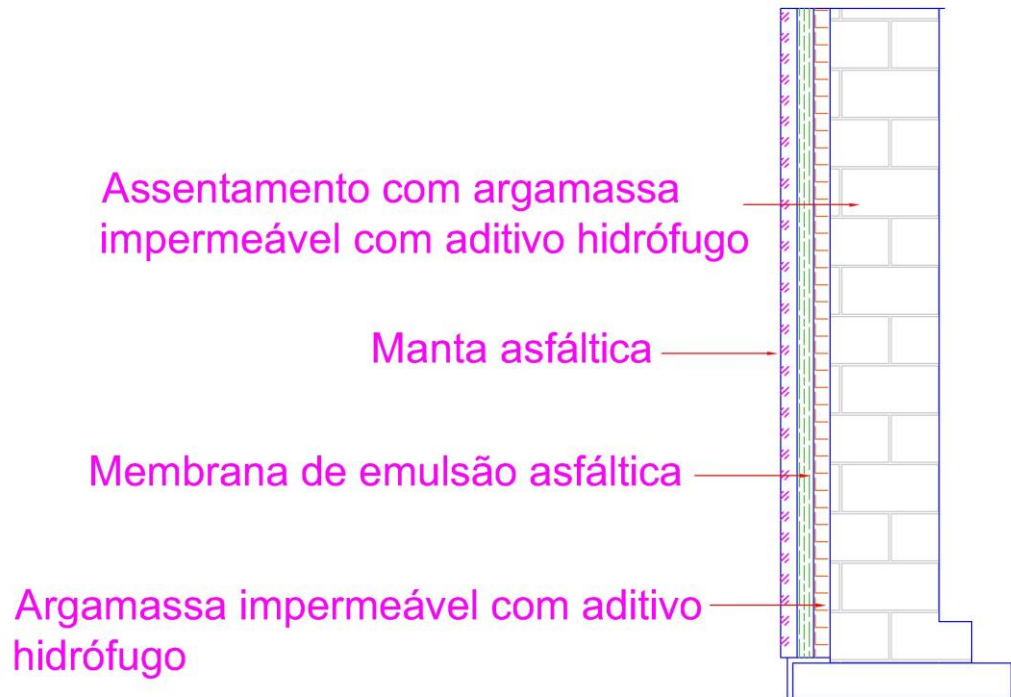
#### 6.3.2.4.3.9 Estocagem

As mantas asfálticas **VEDAMAX** são fornecidas em rolos de 10 m<sup>2</sup> (1m x 10m) e devem ser armazenadas na vertical, em local seco, coberto, ventilado e longe de fontes de calor. Não devem ficar expostas às intempéries.

Demais materiais devem ser estocados em local coberto, fresco, seco e ventilado, fora do alcance de crianças, animais e longe de fontes de calor.

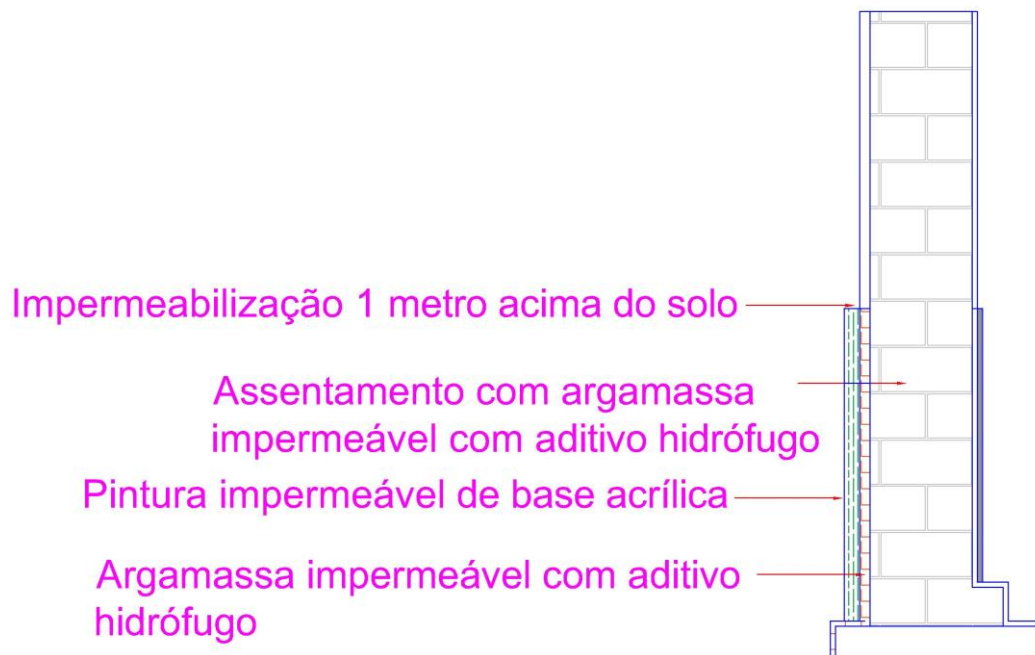
## 6.3.2.4.3.10 Desenhos

Figura 42 – Detalhe 02



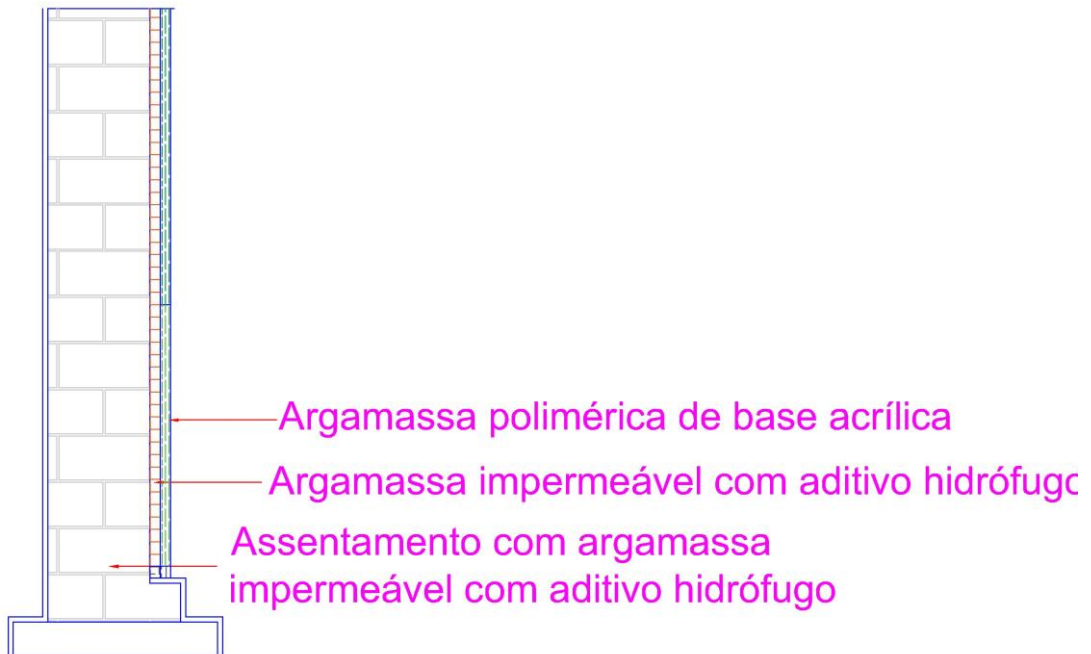
Fonte: o autor

Figura 43 – Detalhe 03



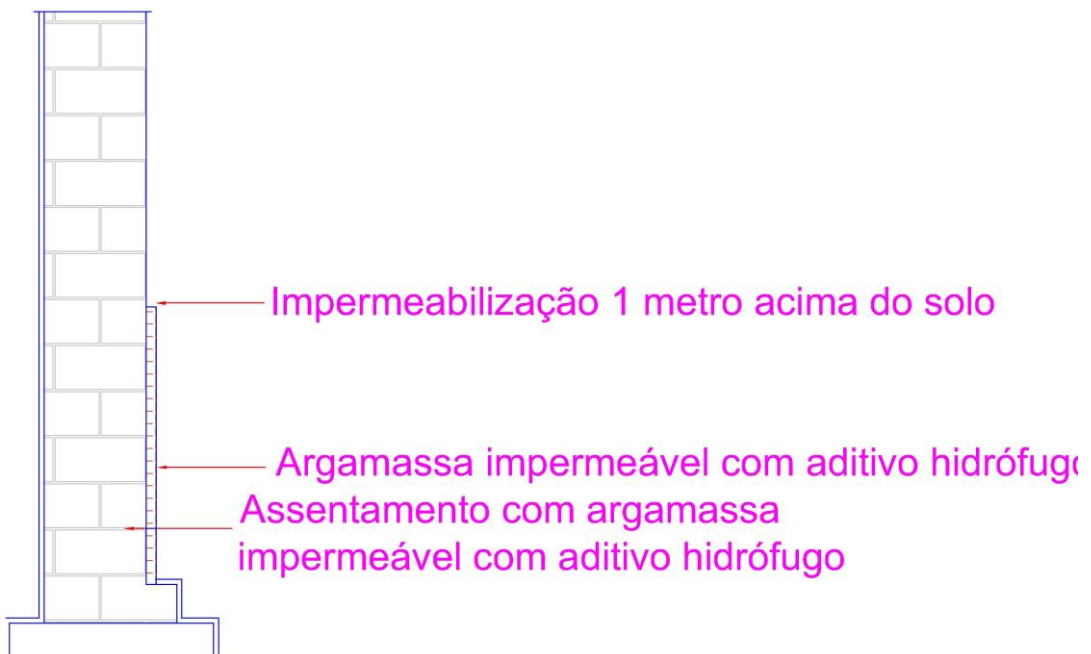
Fonte: o autor

Figura 44 – Detalhe 04



Fonte: o autor

Figura 45 – Detalhe 05



Fonte: o autor

#### 6.3.2.4.4 Áreas molhadas

##### 6.3.2.4.4.1 Necessidade de materiais

<b>Material</b>	<b>Área</b>	<b>Necessidade</b>
Vedatop	25,38 m <sup>2</sup>	21,57 kg
Vedatex	16 mts	2 m <sup>2</sup>

##### 6.3.2.4.4.2 Descrição do sistema

Argamassa polimérica de base acrílica **VEDATOP**

##### 6.3.2.4.4.3 Materiais sugeridos ou similares

**VEDATOP** é uma argamassa polimérica de base acrílica impermeável de alta aderência e de fácil aplicação.

**VEDATEX** é uma tela constituída de fios 100% poliéster. É utilizada como estruturante para materiais de impermeabilização, flexíveis e rígidos, possibilitando a formação de membrana e aumento da resistência a tração.

##### 6.3.2.4.4.4 Preparação da superfície

As superfícies devem estar limpas, porosas, isentas de pó e umedecidas previamente para chapisca-las com adesivo de alto desempenho para argamassas e chapiscos sobre o traço 1:3 de cimento: areia, diluído na água pela proporção de 1:2 de **BIANCO**: água, aguardando no mínimo 3 dias para aplicação do revestimento.

O revestimento deve ser preparado pelo traço 1:3 de cimento: areia, com adição de **VEDACIT** na proporção de 2 litros para cada 50kg de cimento, com uma camada mínima de 1,5 cm

##### 6.3.2.4.4.5 Preparo do produto

**VEDATOP** - Utilizar o dosador que acompanha o produto misturando 2 medidas do dosador cheio de VEDATOP para 1 medida do dosador cheio de água limpa em um recipiente

limpo e seco, deve-se colocar primeiramente a água para facilitar a mistura e aguardar cerca de 10 minutos antes de aplicar. Após misturado deve ser aplicado em no máximo em 1 hora.

#### 6.3.2.4.4.6 Forma de aplicação

Argamassa polimérica de base acrílica é aplicada com auxílio de brocha, trincha, rolo de lã, ou vassoura de cerdas macias.

#### 6.3.2.4.4.7 Aplicação

A argamassa polimérica de base acrílica **VEDATOP** será aplicada na face interna do muro de arrimo, onde poderá ser aplicado com brocha ou trincha sobre 3 a 4 demãos cruzadas, respeitando o consumo por m<sup>2</sup>, tendo um intervalo de 6 horas entre cada demão, as paredes tratadas com este sistema podem receber qualquer tipo de revestimento, exceto pintura à base de solvente. Ao redor de ralos, juntas de concretagem e meias canas, colocar tela de Poliéster **VEDATEX** como reforço entre a 1<sup>a</sup> e a 2<sup>a</sup> demão

#### 6.3.2.4.4.8 Consumo

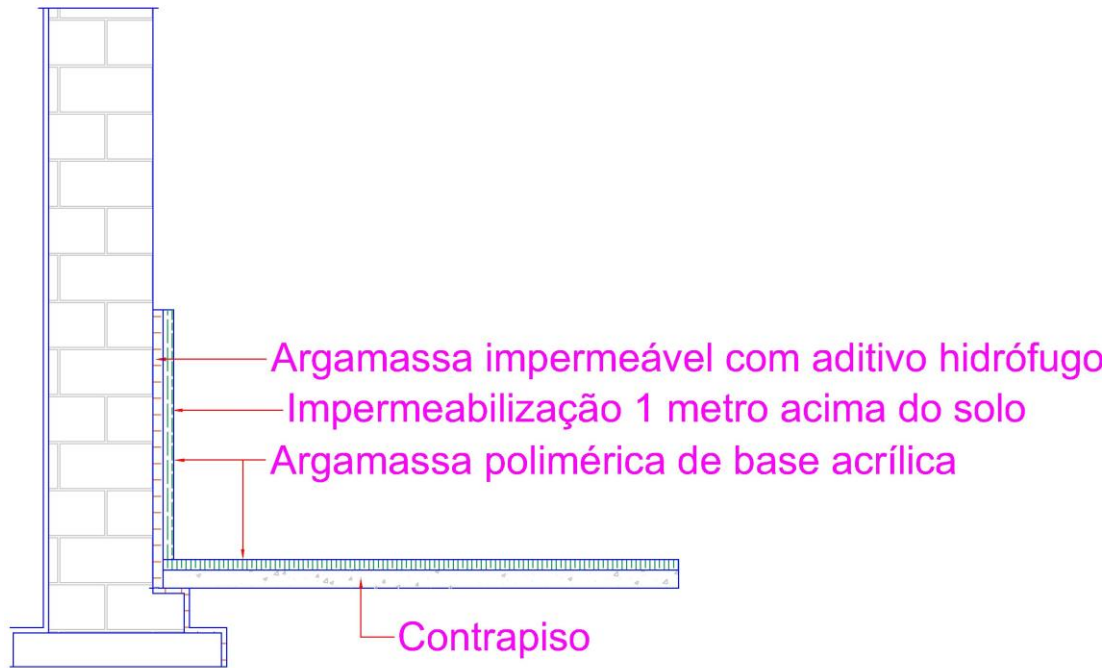
Argamassa polimérica de base acrílica **VEDATOP** - Pintura 850 g/m<sup>2</sup>/demão  
Estruturante a base de poliéster **VEDATEX** - consumo conforme necessidade.

#### 6.3.2.4.4.9 Estocagem

Estocar o produto em local seco e arejado, obedecendo aos mesmos procedimentos de estocagem do cimento.

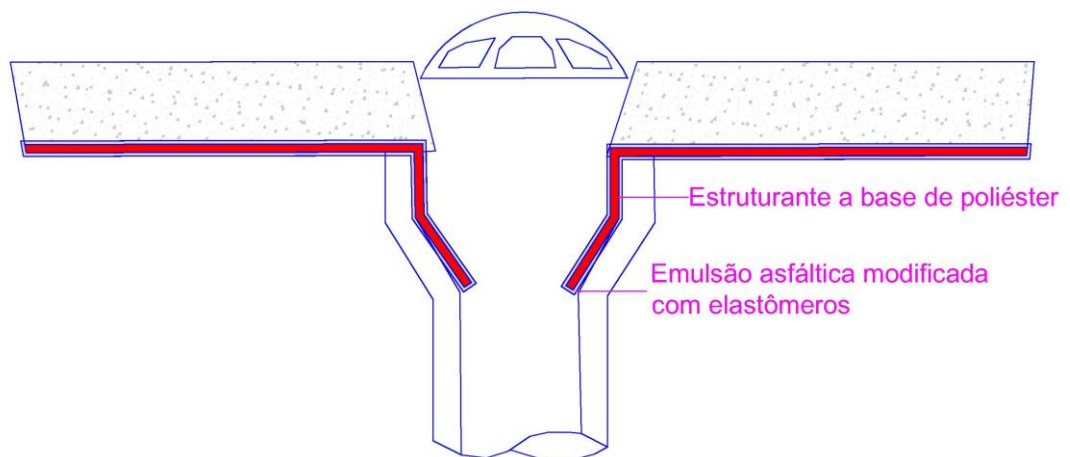
## 6.3.2.4.4.10 Desenho

Figura 46 – Detalhe 06



Fonte: o autor

Figura 47 – Detalhe 08



Fonte: o autor

#### 6.3.2.4.5 Laje

##### 6.3.2.4.5.1 Necessidade de materiais

<b>Material</b>	<b>Área</b>	<b>Necessidade</b>
Vedapren	32,2 m <sup>2</sup>	96,6 Lts
Vedatex	0,18 m <sup>2</sup>	0,18 m <sup>2</sup>

##### 6.3.2.4.5.2 Descrição do sistema

Emulsão asfáltica modificada com elastômeros - **VEDAPREN**

Estruturante a base de poliéster - **VEDATEX**

##### 6.3.2.4.5.3 Materiais sugeridos ou similares

**VEDAPREN** é uma manta líquida, de base asfalto elastomérico e aplicação a frio sem emendas, pronta para uso e moldada no local. Cobre a estrutura com uma proteção impermeável e apresenta ótimas características de elasticidade, flexibilidade e aderência, tendo uma grande durabilidade.

**VEDATEX** é uma tela constituída de fios 100% poliéster. É utilizada como estruturante para materiais de impermeabilização, flexíveis e rígidos, possibilitando a formação de membrana e aumento da resistência a tração.

##### 6.3.2.4.5.4 Preparação da superfície

A base deve estar limpa, seca, caso haja falhas ou fissuras na base as mesmas devem ser tratadas e corrigidas antes da regularização. Para piso a regularização deve ser feita com argamassa desempenada no traço 1:3 cimento: areia, prevendo caimento mínimo de 1% em áreas externas em direção aos coletores de água. No rodapé executar o arredondamento dos cantos e arestas com raio mínimo de 5 cm. Recomenda-se deixar uma área com altura mínima de 30 cm com relação à regularização do piso.



#### 6.3.2.4.5.5 Preparo do produto

Produto pronto para uso. Misturar o produto antes da aplicação, utilizando ferramenta limpa a fim de evitar a sua contaminação.

#### 6.3.2.4.5.6 Forma de aplicação

A emulsão asfáltica modificada com elastômeros é aplicada com auxílio de trincha ou vassoura de cerdas macias, em demãos.

#### 6.3.2.4.5.7 Aplicação

A emulsão asfáltica modificada com elastômeros é aplicado como pintura em demãos, respeitando o consumo por m<sup>2</sup> para cada campo de aplicação tendo um intervalo mínimo de 8 horas entre cada demão. Para a 1ª demão deve ser diluído em 10% de água limpa para proporcionar melhor penetração do produto, sendo recomendado despejar o produto da embalagem sobre o local a ser impermeabilizado aos poucos, para proceder a aplicação. Nos rodapés, a impermeabilização deve subir 30 cm no encaixe previsto da regularização. Em pontos críticos (juntas, ralos, cantos, arestas e tubos emergentes) executar um reforço entre a 1ª e a 2ª demãos, utilizando-se tela de poliéster estruturante para impermeabilização, como o **VEDATEX**.

Finalizada a impermeabilização, aguardar no mínimo 7 dias para a secagem do produto. Posteriormente realizando a proteção mecânica do sistema de impermeabilização, sobre o piso, com uma camada separadora sobre a última demão do **VEDAPREN** de argamassa no traço 1:3 cimento: areia com espessura mínima de 2 cm, esta proteção mecânica deve ser devidamente dimensionada para suportar os esforços à qual estará sujeita .

#### 6.3.2.4.5.8 Consumo

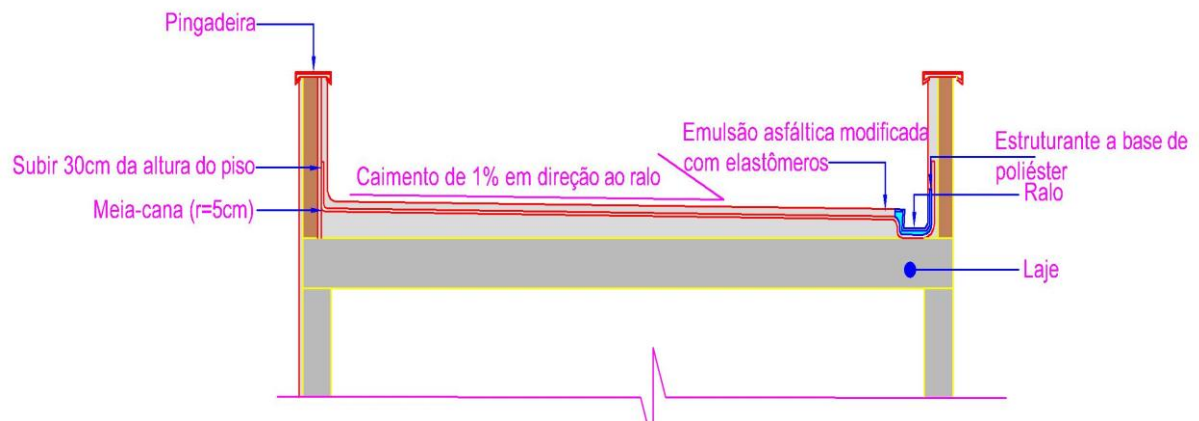
Emulsão asfáltica modificada com elastômeros **VEDAPREN** - lajes até 100 m<sup>2</sup> - mínimo 3 L/m<sup>2</sup>

### 6.3.2.4.5.9 Estocagem

Estocar o produto em local coberto, fresco, seco e ventilado, fora do alcance de crianças, animais e longe de fontes de calor.

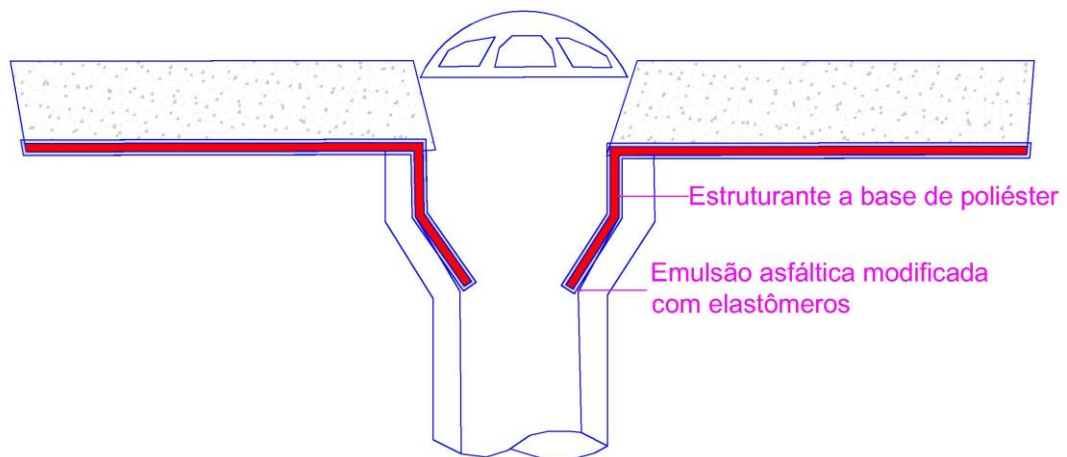
### 6.3.2.4.5.10 Desenho

Figura 48– Detalhe 07



Fonte: o autor

Figura 49 – Detalhe 08



Fonte: o autor

## 6.4 Comparativo de custos obra Alameda do Café

Análise realizada com base na obra Alameda do café, tendo como ponto de partida a inexistência de qualquer tipo de sistema impermeabilizante, o que provocou diversas patologias na edificação. Sendo comparados os custos referentes à implantação da

impermeabilização da obra com caráter preventivo e protetivo durante sua execução, assim como os custos para correção das patologias geradas pela falta do mesmo, bem como as soluções a se implementar para correção do problema gerado.

Sendo feito a partir do levantamento destes dados, o comparativo em percentual avaliando a diferença entre a implantação da impermeabilização na edificação durante sua execução e posteriormente após aparecimento das patologias prejudiciais a mesma.

Os custos dos materiais impermeabilizantes levantados foram baseados em pesquisas no mercado de Varginha, assim como locações de equipamentos e mãos de obra de alguns serviços. Os produtos foram sugeridos dada a facilidade em se encontrar no mercado, não impedindo a adoção de qualquer outro similar.

#### 6.4.1 Realização da impermeabilização durante a execução da obra

##### 6.4.1.1 Elaboração dos custos 1

#### PLANILHA DE CUSTOS IMPERMEABILIZAÇÃO DURANTE EXECUÇÃO Obra Alameda do Café

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	PR. UNIT.	PR. TOTAL
<b>1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				<b>609,50</b>
1.1	Compra de ferramenta	Unid.	1,00	R\$459,50	R\$ 459,50
1.2	Aluguel de equipamento	Unid.	1,00	R\$150,00	R\$ 150,00
<b>2</b>	<b>FUNDAÇÃO - Baldrame</b>				<b>R\$ 285,64</b>
2.1	Preparação da superfície	m <sup>3</sup>	0,22	<b>417,00</b>	R\$ 91,74
2.2	Aplicação da membrana de emulsão asfáltica	m <sup>2</sup>	14,95	R\$ 12,97	R\$ 193,90
<b>3</b>	<b>ASSENTAMENTO</b>				<b>R\$ 160,57</b>
3.1	Argamassa de assentamento	m <sup>3</sup>	0,40	R\$401,43	R\$ 160,57
<b>4</b>	<b>REVESTIMENTO</b>				<b>R\$ 2.277,90</b>
4.1	Preparação da superfície	m <sup>3</sup>	1,84	R\$417,00	R\$ 767,28
4.2	Aplicação da membrana de emulsão asfáltica (PRIMER)	m <sup>2</sup>	20,23	R\$ 11,22	R\$ 226,98
4.3	Aplicação da manta asfáltica	m <sup>2</sup>	22,00	R\$ 35,12	R\$ 772,64
4.4	Aplicação da argamassa polimérica	m <sup>2</sup>	19,40	R\$ 26,34	R\$ 511,00
<b>5</b>	<b>ÁREAS MOLHADAS</b>				<b>R\$ 772,76</b>
5.1	Preparação da superfície	m <sup>3</sup>	0,25	R\$417,00	<b>R\$ 104,25</b>
5.2	Aplicação da argamassa polimérica	m <sup>2</sup>	25,38	R\$ 26,34	<b>R\$ 668,51</b>
<b>6</b>	<b>Laje</b>				<b>R\$ 1.598,14</b>
6.1	Preparação da superfície	m <sup>3</sup>	0,97	R\$417,00	R\$ 404,49
6.2	Aplicação da emulsão asfáltica modificada com elastômeros	m <sup>2</sup>	32,20	R\$ 37,07	R\$ 1.193,65
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$ 5.095,01</b>

## 6.4.2 Realização da impermeabilização e correção dos problemas encontrados

## 6.4.2.1 Elaboração dos custos 2

**PLANILHA DE CUSTOS CORREÇÃO DE PATOLOGIAS****Obra Alameda do Café**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	PR. UNIT.	PR. TOTAL
<b>1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				<b>1.199,00</b>
1.1	Compra de ferramenta	Unid.	1,00	R\$659,00	R\$ 659,00
1.2	Aluguel de equipamento	Unid.	1,00	R\$540,00	R\$ 540,00
<b>2</b>	<b>REMOÇÃO DO REBOCO/PISOS</b>				<b>3.270,00</b>
2.1	Remoção de reboco	m <sup>2</sup>	95,00	R\$ 30,00	R\$ 2.850,00
2.2	Remoção de pisos	m <sup>2</sup>	14,00	R\$ 30,00	R\$ 420,00
<b>3</b>	<b>ESCAVAÇÃO MURO DE ARRIMO</b>				<b>513,32</b>
3.1	Escavação de terra	m <sup>3</sup>	30,32	R\$ 16,93	R\$ 513,32
3.2	Reaterro	m <sup>3</sup>	30,32	R\$ 4,73	R\$ 143,41
<b>4</b>	<b>REVESTIMENTO</b>				<b>R\$ 2.277,90</b>
4.1	Preparação da superfície	m <sup>3</sup>	1,84	R\$417,00	R\$ 767,28
4.2	Aplicação da membrana de emulsão asfáltica (PRIMER)	m <sup>2</sup>	20,23	R\$ 11,22	R\$ 226,98
4.3	Aplicação da manta asfáltica	m <sup>2</sup>	22,00	R\$ 35,12	R\$ 772,64
4.4	Aplicação da argamassa polimérica	m <sup>2</sup>	19,40	R\$ 26,34	R\$ 511,00
<b>5</b>	<b>ÁREAS MOLHADAS</b>				<b>R\$ 772,76</b>
5.1	Preparação da superfície	m <sup>3</sup>	0,25	R\$417,00	<b>R\$ 104,25</b>
5.2	Aplicação da argamassa polimérica	m <sup>2</sup>	25,38	R\$ 26,34	<b>R\$ 668,51</b>
<b>6</b>	<b>LAJE</b>				<b>R\$ 1.599,11</b>
6.1	Preparação da superfície	m <sup>3</sup>	0,97	R\$417,00	R\$ 404,49
6.2	Aplicação da emulsão asfáltica modif. com elastômeros	m <sup>2</sup>	32,20	R\$ 37,10	R\$ 1.194,62
<b>7</b>	<b>PISOS</b>				<b>R\$ 3.260,63</b>
7.1	Revestimento cerâmico	m <sup>2</sup>	96,64	R\$ 33,74	R\$ 3.260,63
7.2	Rejuntamento	m <sup>2</sup>	96,64	R\$ 4,31	R\$ 416,52
<b>8</b>	<b>PINTURA</b>				<b>R\$ 6.898,00</b>
8.1	Pintura interna e externa	m <sup>2</sup>	185,98	R\$ 37,09	R\$ 6.898,00
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$19.790,72</b>

## 6.4.3 Comparativo percentual 6.4.1.1 / 6.4.2.1

- Impermeabilização preventiva: R\$ 5095,01
- Impermeabilização corretiva: R\$ 19790,72

A impermeabilização corretiva se torna aproximadamente 388% mais onerosa que a preventiva, exaltando a importância da tomada de medidas protetivas previamente estabelecidas durante a execução de edificações, evitando prejuízos financeiros futuros.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 7.1 Conclusões

Pelo conhecimento do problema e sua abrangência, observa-se que o tema muitas vezes é negligenciado, seja por falta de informação ou redução dos custos em uma edificação, o que imputa em consequências indesejáveis com reflexos nos custos de correção, comprometimento habitacional e em alguns casos extremos, estruturais.

A impermeabilização é o próprio ato de vedar os materiais porosos e seus defeitos, sejam eles causados por movimentos estruturais, defeitos ou imposições construtivas, ou por falhas na análise, nas técnicas e na execução do sistema uma vez que a mínima falha pode comprometer todo este sistema. A estanqueidade das edificações está diretamente relacionada à vida útil das mesmas, haja vista que a falta da impermeabilização promove diversos agravos aos elementos construtivos como evidenciado nas diversas patologias encontradas nas obras analisadas.

A solução para os problemas gerados muitas vezes podem ser inviabilizadas pelas imposições construtivas quando estas não são realizadas durante a construção da edificação, como o caso das fundações, tornando-se necessárias correções paliativas e sistemáticas que geram custos adicionais e recorrentes.

Com a análise realizada pelos estudos de caso, pode-se confirmar que a falta de informação, busca por redução de custos, baixa qualificação dos profissionais durante a execução, além da inexistência de um projeto executivo de impermeabilização, são os grandes causadores de equívocos e negligências referentes à impermeabilização das edificações, ficando evidenciados nos estudos de caso diversos erros, sejam eles por escolha inadequada de materiais, execução inadequada dos sistemas impermeabilizantes, busca por redução de custos, comprometendo etapas construtivas importantes, além da completa falta do projeto de impermeabilização em todas as obras analisadas.

Os resultados obtidos através das planilhas de custos referentes à impermeabilização preventiva e corretiva, evidenciam a grande diferença entre ambas, chegando os custos de correção se tornarem 4 vezes maiores, ressaltando através das mesmas a importância da estanqueidade nas edificações, promovendo com ela segurança e conforto à edificação e seus usuários.

## REFERÊNCIAS

- ABATTE, V. **Ralo é ponto vulnerável a infiltrações**. *Téchne*, São Paulo, n. 71, p.70-71, fev. 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Execução de impermeabilização - NBR 9574**. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Mantas asfálticas com armadura para impermeabilização - NBR 9952**. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de impermeabilização - NBR 9575/10**. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Execução de revestimento de paredes e tetos - NBR 7200/97**. Rio de Janeiro, 1997.
- BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de Construção**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC S.A., 2004. V.2.
- CASA D'ÁGUA.2016. Disponível em <[www.casadagua.com](http://www.casadagua.com)>. Acesso em 15 abr.2016.
- CICHINELLI, G. **A evolução das membranas moldadas in loco**. *Téchne*, São Paulo, n. 87, p. 32-34, jun. 2004.
- CIMINO, R. **Revestimento de reservatórios de água com manta armada de PVC**.*Téchne*, São Paulo, n. 62, p. 69-71, mai. 2002.
- CUNHA, Aimar G. da; NEWMANN, Walter. **Manual de impermeabilização e isolamento térmico: como projetar e executar**. 2ed. Rio de Janeiro: argus, 1979. 156p.
- DENVER. **Manual Técnico de Impermeabilização**. 2012. Disponível em: <<http://www.denverimper.com.br>>. Acesso em 12 mar. 2016
- HELENE, Paulo R. L.; **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1994.
- ISCHAKEWITSCH, G.T. **Projeto, Acompanhamento e controle**. Caminho da qualidade. *Revista Impermeabilizar*, São Paulo, n. 91, p. 15-26, jan. 1996.
- KLEIN, D. L. **Apostila do curso de patologias das construções**. Porto Alegre, 1999 - 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.
- LWART - **Manual técnico de impermeabilização**. 2016. Disponível em: <<http://www.lwart.com.br>>. Acesso em 02 abr. 2016
- MELLO, L.S.L. **Impermeabilização – Materiais, procedimentos e desempenho**. 2005. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.

MORAES, Cláudio Roberto Klein de. **Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de porto Alegre.** Porto Alegre, 2002, 91p. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. Programa de pós-graduação. PPGEC.

NAKAMURA, J. **Rígida e estanque.** *Téchne*, São Paulo, n. 115, p. 28-33, out. 2006.

PIEPER, R. **Só se nota a impermeabilização quando ela não existe.** *Revista Impermeabilizar*, São Paulo, n. 43, p. 6, fev. 1992.

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção.** 3 ed. São Paulo: Pini Ltda, 1996. 168p.

**REVISTA EQUIPE DE OBRA: Impermeabilização.** São Paulo: Pini, n. 53, 28 des. 2010

SABBATINI F. et al. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica da USP. **Impermeabilização – Sistemas e execução.** São Paulo, [2006]. 20p. Disponível em <http://pcc2436.pcc.usp.br> (Acessado em 02/06/2016)

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

SIKA. 2016. Disponível em <<http://www.sika.com.br>>. Acesso em 26 mar. 2016.

SILVA, D.O.; OLIVEIRA, P.S.F. **Impermeabilização com mantas de PVC.** *Téchne*, São Paulo, n. 111, p. 76-80, jun. 2006.

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

STORTE, Marcos. **A importância da impermeabilização.** In: 46º Congresso Brasileiro do Concreto, 2004 [Florianópolis - SC]. Publicações. 2004. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/7330425/Impermeabilizacao-e-patologiasTrabalhoStorte>>. Acesso em: 01 abr. 2016.

ULSAMER, Frederico. **Las humedades en la Construcción.** Barcelona, Ediciones CEAC, 1989, 223p.

VERÇOZA, Enio Jose. **Impermeabilização na construção.** Porto Alegre, Sagra, 1987, 151p.

VENTURINI, Geovane. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: Patologias, prevenções e correções - análise de casos.** 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

VEDACIT – **Manual técnico de impermeabilização de estruturas.** 4º Edição. Disponível em: <<http://www.vedacit.com.br>>. Acesso em 15 abr. 2016.

VIAPOL. **Manual Técnico de Impermeabilização.** Apostila da Viapol impermeabilizantes. 2002. Disponível em: <<http://www.viapol.com.br>> acesso em 20 mar. 2016.

VIEIRA, E. **Impermeabilização com argamassa aditivada**. *Téchne*, São Paulo, n.99, p. 76-78, jun. 2005.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10. ed. São Paulo: Pini, 1997. 772 p.



## ANEXO 1 – NORMAS DA ABNT SOBRE IMPERMEABILIZAÇÃO

NUMERO	TITULO	DATA
NBR 5698	Véu de fibra de vidro reforçado - Determinação da espessura	1983
NBR 5699	Véu de fibra de vidro reforçado - Determinação da massa	1983
NBR 6565	Elastômero vulcanizado - Determinação do envelhecimento acelerado em estufa	1982
NBR 7462	Elastômero vulcanizado - Determinação da resistência a tração	1992
NBR 8360	Elastômero vulcanizado - Determinação do envelhecimento acelerado em câmara de ozônio - Ensaio estático	1984
NBR 8521	Emulsões asfálticas com fibras de amianto para impermeabilização	1984
NBR 9227	Véu de fibra de vidro para impermeabilização	1986
NBR 9228	Feltros asfálticos para impermeabilização	1986
NBR 9229	Mantas de butil para impermeabilização	1986
NBR 9396	Membrana elastomérica de policloropropeno e polietileno clorossulfonado em solução para impermeabilização	2007
NBR 9574	Execução de impermeabilização	2008
NBR 9575	Impermeabilização - Seleção e projeto	2010
NBR 9617	Lonas de polietileno de baixa densidade para impermeabilização de canais de irrigação - Especificação	1986
NBR 9685	Emulsões asfálticas para impermeabilização	2005
NBR 9686	Solução asfáltica empregada como material de imprimação na impermeabilização	2006
NBR 9690	Mantas de polímeros para impermeabilização	2007
NBR 9910	Asfaltos modificados para impermeabilização sem adição de polímeros - características de desempenho	2002

NBR 9952	Manta asfáltica para impermeabilização	2007
NBR 11797	Mantas de etileno-propileno-dieno-monômero para impermeabilização	1992
NBR 11905	Sistema de impermeabilização composto por cimento impermeabilizante e polímeros	1995
NBR 12170	Potabilidade da água aplicável em sistema de impermeabilização - Método de ensaio	2009
NBR 12171	Aderência aplicável sem sistema de impermeabilização composto por cimento e polímeros	1992
NBR 13121	Asfalto elastomérica para impermeabilização	2009
NBR 13176	Polímeros - Determinação do índice de acidez de dispersão	1994
NBR 13321	Membrana acrílica para impermeabilização	2008
NBR 15352	Mantas termoplásticas de polietileno de alta densidade (PEAD) e de Polietileno linear (PEBDL) para impermeabilização	2006
NBR 15375	Bocal de etileno-propileno-dieno monômetro (EPDM) para impermeabilização de descida de águas	2007
NBR 15414	Membrana de poliuretano com asfalto para impermeabilização	2006
NBR 15460	Membrana elastomérica de isobutileno isopreno em solução para impermeabilização	2007
NBR 15487	Membrana de poliuretano para impermeabilização	2007
NBR 15885	Membrana de polímero acrílico com ou sem caimento, para impermeabilização.	2010

**ANEXO 2 – EXEMPLOS DE COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO (CPU)  
UTILIZADAS NA ELABORAÇÃO DAS PLANILHAS DE CUSTOS**

<b>COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO</b>					
<b>OBRA :</b>	PROJETO CURSO ENG CIVIL				
<b>Serviço:</b>	Compra de ferramentas				
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNID.</b>	<b>QUANT.</b>	<b>VALOR UNIT.</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>Mão-de-obra</b>				
	<b>Subtotal 1</b>				-
<b>2</b>	<b>Materiais</b>				
	<b>Subtotal 2</b>				-
<b>3.</b>	<b>Ferramentas/equipamentos</b>				
3.1	Esquadro	Unid.	2,00	10,00	20,00
3.2	Prumo	Unid.	2,00	10,50	21,00
3.3	Nível de mão	Unid.	2,00	12,50	25,00
3.4	Mangueira de nível	Mt	15,00	2,50	37,50
3.5	Régua de alumínio	Unid.	1,00	20,00	20,00
3.6	Desempenadeira lisa	Unid.	2,00	9,00	18,00
3.7	Rolo de lâ com suporte	Unid.	6,00	28,00	168,00
3.8	Trincha	Unid.	4,00	8,50	34,00
3.9	Colher de pedreiro	Unid.	2,00	12,50	25,00
3.10	Enxada	Unid.	2,00	23,00	46,00
3.11	Pá de bico	Unid.	1,00	18,00	18,00
3.12	Bloco de espuma	Unid.	6,00	4,50	27,00
	<b>Subtotal 3</b>				<b>459,50</b>
<b>4</b>	<b>Outros</b>				
					-
	<b>Subtotal 4</b>				-
	<b>SUBTOTAL GERAL</b>				<b>459,50</b>
	<b>BDI (%)</b>				
	<b>CUSTO UNITÁRIO</b>				<b>459,50</b>

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO					
<b>OBRA :</b>	PROJETO CURSO ENG CIVIL				
<b>Serviço:</b>	Aluguel de equipamento				
<b>Unid:</b>	Diária				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
<b>1</b>	<b>Mão-de-obra</b>				
	Subtotal 1				-
<b>2.</b>	<b>Materiais</b>				
	Subtotal 2				-
<b>3.</b>	<b>Ferramentas/equipamentos</b>				
3.1	Maçarico	Dia	3,00	50,00	150,00
	Subtotal 3				<b>150,00</b>
<b>4</b>	<b>Outros</b>				
	Subtotal 4				-
	<b>SUBTOTAL GERAL</b>				<b>150,00</b>
	<b>BDI (%)</b>				
	<b>CUSTO UNITÁRIO</b>				<b>150,00</b>

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO					
<b>OBRA :</b>	PROJETO CURSO ENG CIVIL				
<b>Serviço:</b>	Preparação da superfície				
<b>Unid:</b>	M³				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
<b>1</b>	<b>Mão-de-obra</b>				
1.1	Servente	h	1,50	14,24	<b>21,36</b>
1.2	Pedreiro	h	1,50	21,51	<b>32,27</b>
	Subtotal 1				<b>53,63</b>
<b>2.</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Areia	M³	1,000	95,00	<b>95,00</b>
2.2	Cimento	Kg	475,00	0,36	<b>171,00</b>
	Vedacit	l	19,000	4,88	<b>92,72</b>
	Bianco	M2	1,000	4,65	<b>4,65</b>

	Subtotal 2				363,37
<b>3.</b>	<b>Ferramentas/equipamentos</b>				
					-
	Subtotal 3				-
<b>4</b>	<b>Outros</b>				
					-
	Subtotal 4				-
	<b>SUBTOTAL GERAL</b>				<b>417,00</b>
	<b>BDI (%)</b>				
	<b>CUSTO UNITÁRIO</b>				<b>417,00</b>

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO					
<b>OBRA :</b>	PROJETO CURSO ENG CIVIL				
<b>Serviço:</b>	Emulsão asfáltica				
<b>Unid.:</b>	M²				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
<b>1</b>	<b>Mão-de-obra</b>				
1.1	Servente	h	0,50	14,24	7,12
	<b>Subtotal 1</b>				<b>7,12</b>
<b>2.</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Tinta asfáltica	L	0,500	11,70	5,85
	<b>Subtotal 2</b>				<b>5,85</b>
<b>3.</b>	<b>Ferramentas/equipamentos</b>				
					0,00
	<b>Subtotal 3</b>				-
<b>4</b>	<b>Outros</b>				
					-
	<b>Subtotal 4</b>				-
	<b>SUBTOTAL GERAL</b>				<b>12,97</b>
	<b>BDI (%)</b>				
	<b>CUSTO UNITÁRIO</b>				<b>12,97</b>

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO					
<b>OBRA :</b>	PROJETO CURSO ENG CIVIL				
<b>Serviço:</b>	Argamassa de assentamento				
<b>Unid:</b>	M³				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
<b>1</b>	<b>Mão-de-obra</b>				
1.1	Servente	h	3,00	14,24	<b>42,71</b>
	<b>Subtotal 1</b>				<b>42,71</b>
<b>2.</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Areia	M³	1,000	95,00	<b>95,00</b>
2.2	Cimento	M²	475,00	0,36	<b>171,00</b>
	Vedacit		19,000	4,88	<b>92,72</b>
	<b>Subtotal 2</b>				<b>358,72</b>
<b>3.</b>	<b>Ferramentas/equipamentos</b>				
					-
	<b>Subtotal 3</b>				-
<b>4</b>	<b>Outros</b>				
					-
	<b>Subtotal 4</b>				-
	<b>SUBTOTAL GERAL</b>				<b>401,43</b>
	<b>BDI (%)</b>				
	<b>CUSTO UNITÁRIO</b>				<b>401,43</b>

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO					
<b>OBRA :</b>	PROJETO CURSO ENG CIVIL				
<b>Serviço:</b>	Aplicação manta asfáltica				
<b>Unid:</b>	m²				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
<b>1</b>	<b>Mão-de-obra</b>				
1.1	Ajudante	h	0,30	14,24	<b>4,27</b>
1.2	Aplicador		0,30	21,51	<b>6,45</b>
	<b>Subtotal 1</b>				<b>10,72</b>
<b>2.</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Manta asfáltica	m2	1,15	21,21	<b>24,39</b>

	Subtotal 2				24,39
3.	Ferramentas/equipamentos				
					0,00
	Subtotal 3				-
4	Outros				
					-
	Subtotal 4				-
	SUBTOTAL GERAL				35,12
	BDI (%)				
	CUSTO UNITÁRIO				35,12

COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO					
OBRA :	PROJETO CURSO ENG CIVIL				
Serviço:	Argamassa polimérica				
Unid.:	m²				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	Mão-de-obra				
1.1	Servente	h	0,50	14,24	7,12
1.2	Oficial	h	0,50	21,51	10,76
	Subtotal 1				17,87
2.	Materiais				
2.1	Vedatop	kg	2,55	3,32	8,47
	Subtotal 2				8,47
3.	Ferramentas/equipamentos				
					-
	Subtotal 3				-
4	Outros				
					-
	Subtotal 4				-
	SUBTOTAL GERAL				26,34
	BDI (%)				
	CUSTO UNITÁRIO				26,34

<b>COMPOSIÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO</b>					
<b>OBRA :</b>	PROJETO CURSO ENG CIVIL				
<b>Serviço:</b>	Emulsão elastomérica				
<b>Unid:</b>	m <sup>2</sup>				
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNID.</b>	<b>QUANT.</b>	<b>VALOR UNIT.</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>Mão-de-obra</b>				
1.1	Servente	h	0,50	14,24	7,12
	<b>Subtotal 1</b>				<b>7,12</b>
<b>2.</b>	<b>Materiais</b>				
2.1	Vedapren	Lts	3,00	9,99	29,97
	<b>Subtotal 2</b>				<b>29,97</b>
<b>3.</b>	<b>Ferramentas/equipamentos</b>				
					-
	<b>Subtotal 3</b>				-
<b>4</b>	<b>Outros</b>				
					-
	<b>Subtotal 4</b>				-
	<b>SUBTOTAL GERAL</b>				<b>37,09</b>
	<b>BDI (%)</b>				
	<b>CUSTO UNITÁRIO</b>				<b>37,09</b>



**ANEXO 3 – PRANCHAS PROJETO EXECUTIVO**