

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PEDRO PAULO ALVES CARLOS
WAGNER CARDOSO DA SILVA**

**EXECUÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL
MOLDADA NO LOCAL
COM USO DE MEMBRANA POLIMÉRICA**

**Santos - SP
Novembro/2015**

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PEDRO PAULO ALVES CARLOS
WAGNER CARDOSO DA SILVA**

**EXECUÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL
MOLDADA NO LOCAL
COM USO DE MEMBRANA POLIMÉRICA**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para
obtenção do título de Graduação à
Faculdade de Engenharia Civil da
Universidade Santa Cecília, sob
coorientação do Professor Me.
Engenheiro Civil Adérito Júnior Delgado.**

**Santos - SP
Novembro/2015**

PEDRO PAULO ALVES CARLOS
WAGNER CARDOSO DA SILVA

**EXECUÇÃO DE IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL
MOLDADA NO LOCAL
COM USO DE MEMBRANA POLIMÉRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do título de graduação à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Santa Cecília.

Data da aprovação: ___/___/___ Nota: _____

Banca Examinadora

Professor (a) Me./Dr.(a)

Orientador (a)

Professor (a) Me./Dr.(a)

Professor (a) Me./Dr.(a)

DEDICATÓRIA

A

Nossos pais, companheiros de sempre.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao **Professor Me. Engenheiro Civil Adérito Júnior Delgado**, pela orientação e atenção nos momentos em que precisamos.

RESUMO

Na construção civil, o planejamento global da obra é uma etapa fundamental para o sucesso do empreendimento. Nesse momento, um item muitas vezes é relegado a um segundo plano ou até ignorado — a impermeabilização. No Brasil as primeiras normas técnicas foram editadas na década de 1970, e o tema começou a ser discutido com maior abrangência, mas mesmo assim, ainda temos um déficit nessa área. Esse trabalho trata dos tipos de impermeabilização disponível no mercado, com interesse especial nos sistemas flexíveis. Como tema do trabalho, a impermeabilização flexível moldada no local, é apresentada com suas diferentes formas e técnicas de aplicação, visando reunir no mesmo trabalho definições, vantagens e desvantagens de cada uma delas. Os sistemas flexíveis são mais comumente conhecidos como os pré-fabricados, não se encontra com tanta facilidade literatura sobre os sistemas moldados in loco, reunimos, então, informações que possam ajudar aos que procuram detalhes para esse tipo de solução para o processo de impermeabilização. O trabalho reúne revisão bibliográfica, citando normas que regulam o assunto, e um estudo de caso de re-serviço para comparativo e análise, visando evidenciar a necessidade de que essa etapa faça parte do projeto global da obra, para evitar gastos desnecessários, que podem elevar o custo da impermeabilização em mais de 800% do valor que seria necessário se essa etapa fosse feita na hora certa.

Palavras-chave: Flexível; Impermeabilização; Emulsão; Membranas.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação entre mantas e membranas	26
Quadro 2 - Soluções de patologias de impermeabilização	28
Quadro 3 - Propriedades típicas DENVERTEC ELASTIC.....	36
Quadro 4 - Quantitativo das áreas a serem impermeabilizadas.....	39
Quadro 5 - Custo da impermeabilização feita na época certa.....	48
Quadro 6 – Estimativa de custos da reforma	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Água por percolação	14
Figura 2 – Água de pressão	15
Figura 3 – Umidade por capilaridade	15
Figura 4 – Água de condensação.....	16
Figura 5 - Variação térmica e movimento estrutural.....	17
Figura 6 – Fundações, estruturas com carga estabilizada e temperatura relativamente constante.	17
Figura 7 - Camadas genéricas de um sistema de impermeabilização	21
Figura 8 - Aplicação de membranas moldadas no local.....	24
Figura 9 - Aplicação da manta com maçarico	25
Figura 10 - Planta do apartamento.....	40
Figura 11 - Componentes do produto.....	42
Figura 12 - Adição dos componentes.....	42
Figura 13 - Mistura dos componentes.....	43
Figura 14 – Mistura homogeneizada	43
Figura 15 – Umidecimento do substrato.....	44
Figura 16 - Aplicação do produto	44
Figura 17 - Aplicação do produto	45
Figura 18 - Acabamento no ralo	45
Figura 19 - Acabamento no ralo	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVO	12
3	HISTÓRICO.....	13
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1	NORMAS TÉCNICAS.....	18
4.2	PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	19
5	SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	21
5.1	IMPERMEABILIZAÇÃO RÍGIDA.....	22
5.2	IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL	23
6	MEMBRANAS.....	29
6.1	MEMBRANA ASFÁLTICA.....	30
6.2	MEMBRANA DE ASFALTO MODIFICADO COM ADIÇÃO DE POLÍMEROS..	31
6.3	MEMBRANAS DE ASFALTO EM SOLUÇÃO.....	31
6.4	MEMBRANA DE EMULSÃO ASFÁLTICA	32
6.5	MEMBRANA ELASTOMÉRICA DE ESTIRENO-BUTADIENO-ESTIRENO (S.B.S).....	32
6.6	MEMBRANA ACRILÍCA.....	33
6.7	MEMBRANA DE POLIURETANO.....	33
6.8	MEMBRANA POLIMÉRICA A BASE DE POLÍMEROS ACRÍLICOS COM CIMENTO E FIBRAS SINTÉTICAS	35
7	MATERIAIS E MÉTODOS	37
7.1	MATERIAIS.....	37
7.2	MÉTODOS.....	38
7.3	EXECUÇÃO.....	41
	7.3.1 Preparação da superfície.....	41
	7.3.2 Preparação do produto.	41
	7.3.3 Aplicação.....	44
8	AVALIAÇÃO.....	47
8.1	COMPARATIVO: OBRA NOVA x REFORMA.....	47
9	CONCLUSÃO	53

10	BIBLIOGRAFIA.....	54
----	-------------------	----

1 INTRODUÇÃO

A impermeabilização é uma etapa muito importante da obra, valoriza o imóvel, conserva a edificação, afastando infiltrações que podem até comprometer a estrutura de um prédio. Se feito durante a obra, o custo com a impermeabilização representa uma pequena parcela do custo global, desde que planejado previamente (GUARIZO, 2008).

Na construção civil, seguir as etapas corretas de um projeto é imprescindível para o sucesso de um empreendimento. Entre elas, a impermeabilização constitui peça importante no processo construtivo. Mesmo assim, muitas vezes é relegado ao segundo plano, ficando na maioria das vezes, destinada a prédios e construções de alto padrão.

No Brasil um marco para o desenvolvimento e conhecimento da impermeabilização foi às obras do metrô de São Paulo no final da década de 1960. Em 1975 foi publicada a primeira norma brasileira sobre o assunto.

Grande parte das residências destinadas às classes sociais de média e baixa renda, não tem nenhum tipo de impermeabilização e a maioria das pessoas não sabem que existe esse processo tão importante para proteger a obra e até a saúde de seus moradores.

Reconhecida sua importância, a impermeabilização começa a fazer parte do projeto global da obra, no qual são especificadas as técnicas de preparação das áreas a serem impermeabilizadas, bem como os materiais a serem aplicados (VEDACIT, 2010, p. 5).

Esse trabalho pretende expor como a impermeabilização pode e deve fazer parte de todos os projetos de construção na área civil.

Falaremos dos vários tipos de impermeabilização flexível a título de conhecimento e que pode servir como comparação, para que se adote o melhor para os diferentes tipos, de situações em que a aplicação desse processo se faz necessária.

Dentre os vários tipos disponíveis no mercado, escolhemos falar sobre a flexível moldada “in loco”, com especial atenção as membranas poliméricas, por ser uma opção que apresenta muitas vantagens que abordaremos de maneira que,

fique claro os detalhes e cuidados que devem ser tomados durante a execução, para garantir a eficácia dos sistemas escolhidos.

Mostraremos, com um estudo de caso, um comparativo de custo de edificação com a impermeabilização feita no tempo certo, e a mesma com a impermeabilização feita após o surgimento de patologias inerentes à falta de sua execução, na fase de construção.

2 OBJETIVO

O objetivo principal desse trabalho foi mostrar a execução dos sistemas de impermeabilizações flexíveis moldados no local, com ênfase nas membranas poliméricas. Apresentaremos as normas que regulam suas aplicações, definições, vantagens e desvantagens de cada uma e fazer um estudo de caso comparativo, demonstrando o custo do retrabalho pela falta de impermeabilização feita na fase certa da obra.

3 HISTÓRICO

Desde há muito tempo procuram-se soluções na direção de se prolongar a vida útil dos imóveis, no constante trabalho para resistir às infiltrações. Uma das primeiras citações sobre processos de impermeabilização veio da bíblia, na construção da arca por Noé, segundo acreditam os cristãos, Deus teria dito: “Faze para ti uma arca de madeira resinosa, e a revestirá por betume por dentro e por fora”. Os romanos e os incas usavam clara de ovo, sangue, óleos, para impermeabilizar saunas e aquedutos.

No Brasil as primeiras impermeabilizações utilizavam óleo de baleia na mistura das argamassas para o assentamento de tijolos e revestimentos das paredes das obras que necessitavam desta proteção (<http://www.ibibrasil.org.br/saiba-mais/o-que-e-impermeabilizacao>).

A impermeabilização ganhou especial impulso com as obras do Metrô da cidade de São Paulo, que se iniciaram em 1968. A partir das reuniões para se criar as primeiras normas brasileiras de impermeabilização na ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, por causa das obras do Metrô, este grupo pioneiro, após a publicação da primeira norma brasileira de impermeabilização em 1975, funda neste mesmo ano o IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização para prosseguir com os trabalhos de normalização e iniciar um processo de divulgação da importância da impermeabilização que prossegue até os dias de hoje (<http://www.ibibrasil.org.br/saiba-mais/o-que-e-impermeabilizacao>).

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010), impermeabilização é o conjunto de operações e serviços, compostos por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos de vapores e da umidade.

Determina-se o tipo de impermeabilização mais adequado a ser empregado em uma obra de construção civil, segundo a solicitação imposta pelo fluido nas partes construtivas que requerem estanqueidade e, pelo comportamento físico do elemento construtivo. Sendo a água o principal agente causador das patologias referentes à falta de impermeabilização, é o principal agente a ser combatido.

Conforme Cunha (1979), de acordo com a atuação da água, temos impermeabilizações contra:

- Água de percolação: água proveniente das chuvas e lavagens, que atuam em terraços e coberturas, empenas e fachadas, escoamento livre sem exercer pressão hidrostática sobre o elemento, ver figura 1;



Figura 1 – Água por percolação

Fonte: http://www.cdmadconstrucoes.com.br/page_8.html

- Água de pressão: água que atua em subsolos, caixas d'água, piscinas, reservatórios, exercendo força hidrostática sobre a impermeabilização, ver figura 2;

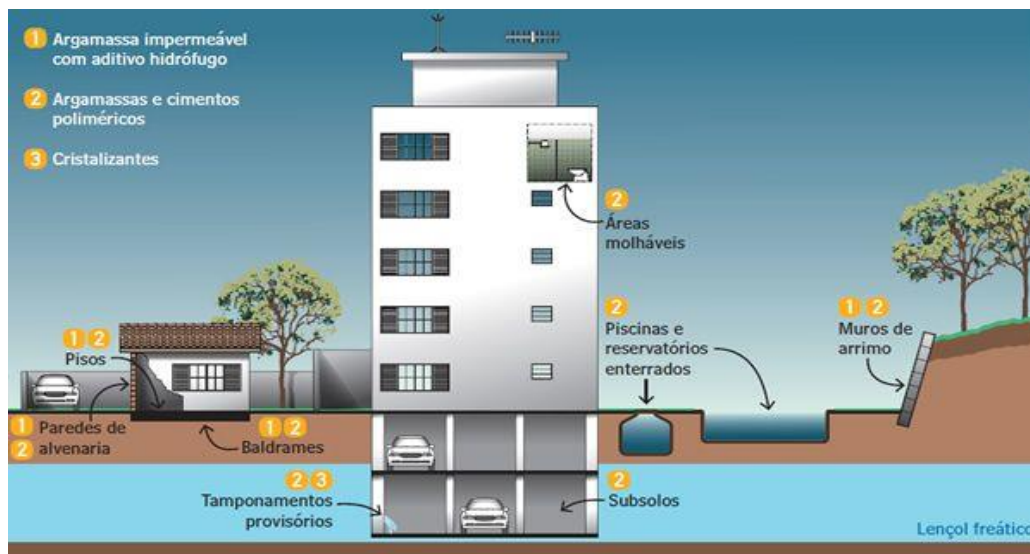


Figura 2 – Água de pressão

Fonte: <http://techne.kubbix.com/engenharia-civil/189/artigo288006-2.aspx>

- Umidade por capilaridade: ação da água sobre elementos que estão em contato com bases alagadas ou solo úmido, a água é absorvida e transportada pela capilaridade dos materiais, ver figura 3;

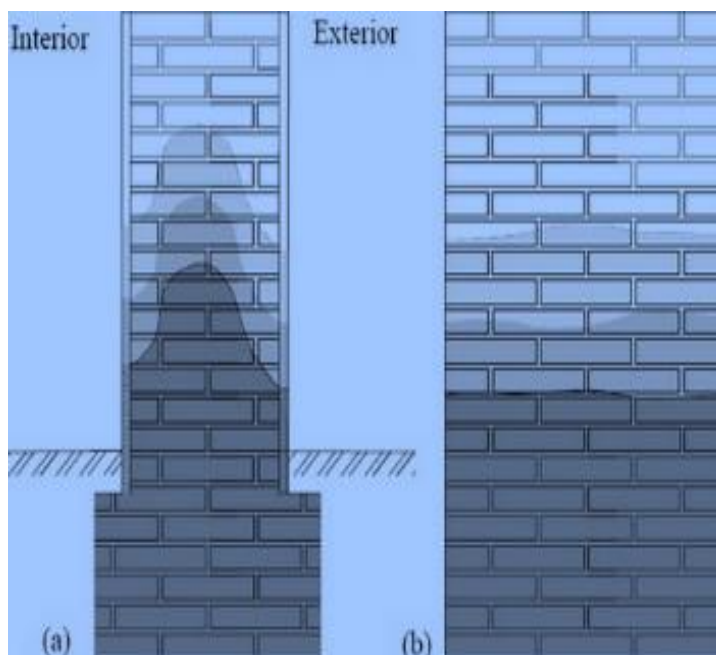


Figura 3 – Umidade por capilaridade

Fonte: <http://construindo.org/umidade/>

- Água de condensação: vapores d'água provenientes de saunas, câmaras frigoríficas, ver figura 4;



Figura 4 – Água de condensação

Fonte: <http://busarellorepresentacoes.com.br/126/>

Quanto ao comportamento físico do elemento construtivo, temos impermeabilização para elementos onde normalmente se prevê a ocorrência de trincas, e elementos não sujeitos a fissuramento e trincas (CUNHA, 1979).

Segundo Cunha (1979), elementos onde normalmente se prevê a ocorrência de trincas são as partes da obra sujeitas a variação térmica como mostrada na figura 5, recalques ou movimentos estruturais, como lajes expostas, marquises em balanço, e caixas d'água elevadas devido à diferença térmica entre as paredes, a água e a tampa da caixa, aquecidas pela irradiação do sol, e o peso adicional ao ser enchidas, que provoca movimentos. Os elementos não sujeitos a fissuramento e trincas, são as partes da obra com carga estabilizada, em condições de temperatura relativamente constante, como subsolos ou onde o concreto permaneça em compressão, fundações, por exemplo, como mostra a figura 6.



Figura 5 - Variação térmica e movimento estrutural.

Fonte: <http://pitcon.com.br/161/>



Figura 6 – Fundações, estruturas com carga estabilizada e temperatura relativamente constante.

Fonte: <http://www.paludo.com.br/obra/36/residencial-varadero>

A impermeabilização pode ser aderida, não aderida e parcialmente aderida. A NBR 9575 (ABNT, 2010), descreve como:

- Impermeabilização aderida: materiais ou produtos aplicáveis às partes construtivas, totalmente aderidas ao substrato;
- Impermeabilização não aderida: materiais ou produtos aplicáveis às partes construtivas, totalmente não aderidas ao substrato;
- Impermeabilização parcialmente aderida: materiais ou produtos aplicáveis às partes construtivas, parcialmente aderidas ao substrato.

4.1 NORMAS TÉCNICAS

A ABNT apresenta diversas normas técnicas referentes à impermeabilização orientando a seleção, execução e materiais a serem empregados para auxiliar o projeto, garantir a estanqueidade da construção, salubridade e a segurança dos usuários.

As principais normas técnicas referentes à impermeabilização são:

- NBR 9574:1986: Execução de impermeabilização – Procedimento;
- NBR 9575:2003: Impermeabilização – Seleção e Projeto;
- NBR 9686:1986: Solução asfáltica empregada como material de imprimação na impermeabilização;
- NBR 9952:1998: Manta asfáltica com armadura para impermeabilização – Requisitos e Métodos de Ensaio;
- NBR 11905:1995: Sistema de impermeabilização composto por cimento impermeabilizante e polímeros;
- NBR 13321:1995: Membrana acrílica com armadura para impermeabilização – Especificação;
- NBR 13531:1995: Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas;
- NBR 13532:1995: Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura;
- NBR 13724:1996: Membrana asfáltica para impermeabilização com estruturante, aplicada a quente;
- NBR 15575:2013: Edificações habitacionais – Desempenho, Parte-1: Requisitos gerais.

4.2 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010), o projeto de impermeabilização compõe-se de um conjunto de informações gráficas e descritivas que definem integralmente as características de todos os sistemas de impermeabilização empregados em uma dada construção, de forma a orientar sua produção. O projeto de impermeabilização deverá ser constituído de dois projetos que se complementam: projeto básico e projeto executivo.

O projeto básico de impermeabilização deve ser realizado para obras de edificações multi familiares, comerciais e mistas, industriais, bem como para túneis, barragens e obras de arte, pelo mesmo profissional ou empresa responsável pelo projeto legal de arquitetura, conforme definido na NBR 13532 – Elaboração de Projetos de Edificações – Arquitetura (VEDACIT, 2010, p. 10). Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010).

O projeto executivo de impermeabilização, bem como os serviços decorrentes deste projeto, devem ser realizados por profissionais legalmente habilitados no CREA, com qualificação para exercer esta atividade. O responsável técnico pela execução deve obedecer a esse projeto de forma integral. Em todas as peças gráficas e descritivas (projeto básico, executivo e realizado), devem constar os dados do profissional responsável junto ao CREA, bem como a correspondente Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) (VEDACIT, 2010, p. 10).

O projeto de impermeabilização deve ser desenvolvido juntamente com o projeto geral e os projetos setoriais, prevendo-se as correspondentes especificações em termos de dimensões, cargas, cargas de testes e detalhes (VEDACIT, 2010, p. 10).

Segundo o manual de impermeabilização da Vedacit (2010), o projeto deve ser constituído de:

- Memorial descritivo e justificativo;
- Desenhos e detalhes específicos;
- Especificações dos materiais e dos serviços a serem empregados e realizados.

Segundo o manual de impermeabilização da Vedacit (2010, p. 10), para a elaboração do projeto devemos considerar:

a) A estrutura a ser impermeabilizada.

Tipo e finalidade da estrutura, deformações previstas e posicionamento das juntas;

b) As condições externas às estruturas.

Solicitações impostas às estruturas pela água, as impermeabilizações, detalhes construtivos, projetos interferentes com a impermeabilização e análise de custos x durabilidade.

São vários os locais de uma construção onde a execução de impermeabilização se faz necessária, como:

- Telhados e coberturas planas;
- Terraços e áreas descobertas;
- Calhas de escoamento de águas pluviais;
- Jardineiras;
- Caixas d'água, piscinas e tubulações industriais;
- Pisos molhados, tais como banheiros, cozinhas e áreas de serviço;
- Paredes onde a água escorre e recebem chuva de vento;
- Esquadrias e peitorais de janelas;
- Soleiras de portas que abrem para fora;
- Água contida no terreno, que sobe por capilaridade ou infiltra-se em solos abaixo do nível freático;
- Fundações.

5 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Um sistema de impermeabilização é a aplicação de um conjunto de técnicas, serviços e produtos dispostos em camadas separadoras, amortecedoras e proteções primárias e mecânicas, que garantam a estanqueidade das partes construtivas de uma construção civil. A figura 7 apresenta um esquema básico do sistema de impermeabilização, mostrando as diversas camadas.

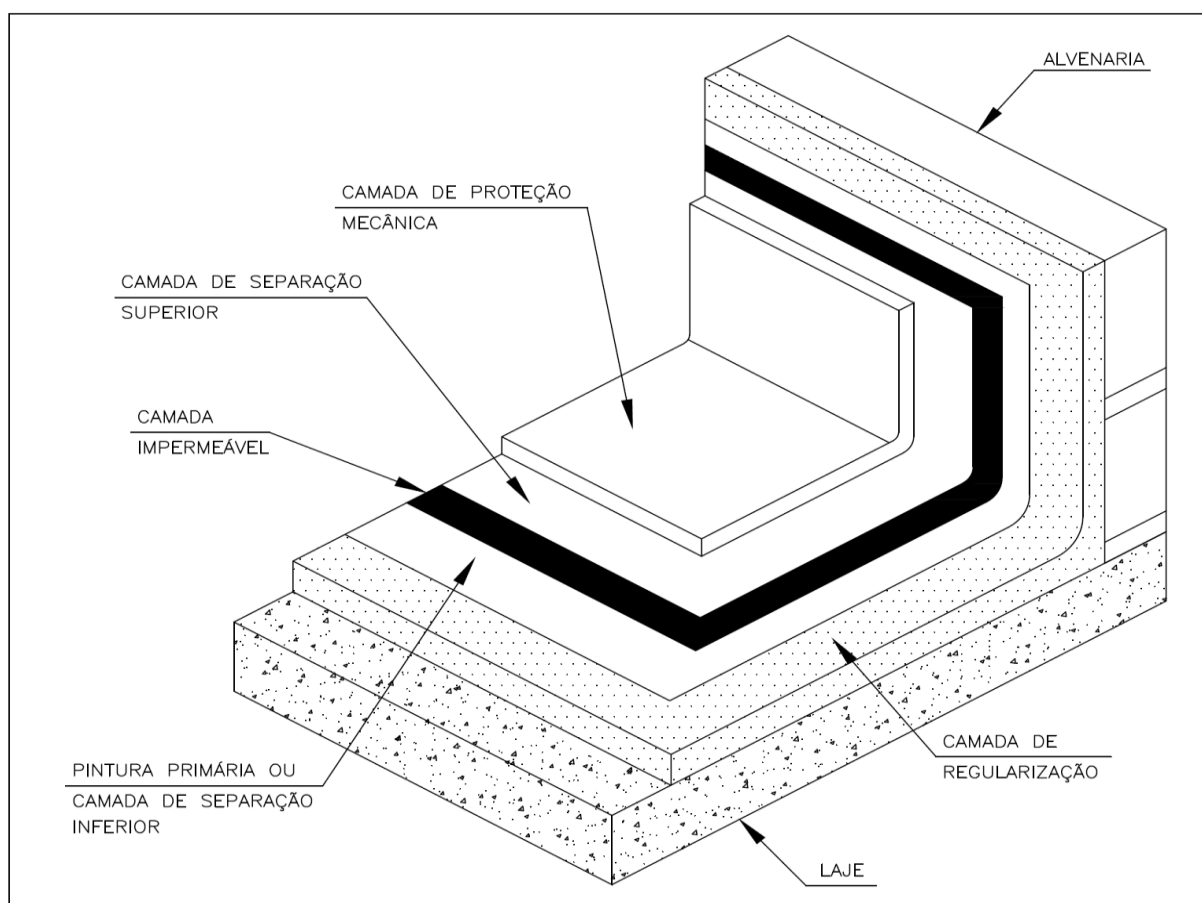


Figura 7 - Camadas genéricas de um sistema de impermeabilização

Fonte: Souza; Melhado (1998)

Os sistemas de impermeabilização podem ser classificados em rígidos e flexíveis e estão, relacionados às partes construtivas sujeitas ou não, a fissuração.

Estes sistemas devem atender às exigências de desempenho, decorrentes dos efeitos citados pela NBR 9575 (ABNT, 2010), e descritos a seguir:

- Puncionamento: ocasionado pelo impacto de objetos que atuam perpendicularmente ao plano da impermeabilização;
- Fendilhamento: ocasionado pelo impacto pontual de objetos no sistema impermeabilizante, ou pelo dobramento ou pela rigidez excessiva do sistema;
- Ruptura por tração: ocasionado por esforços tangenciais ao plano da impermeabilização, devido à ação da frenagem, aceleração de veículos ou pela movimentação do substrato;
- Desgaste: ocasionado pela abrasão devida à ação de movimentos dinâmicos ou pela ação do intemperismo;
- Descolamento: ocasionado pela perda da aderência;
- Esmagamento: redução drástica da espessura, ocasionada por carregamentos ortogonais ao plano da impermeabilização;
- Apresentar aderência, flexibilidade, resistência e estabilidade física e mecânica compatíveis com as solicitações previstas nos demais projetos;
- Resistir ao ataque e agressão de raízes de plantas ornamentais;
- Resistir ao ataque de agentes químicos e biológicos.

5.1 IMPERMEABILIZAÇÃO RÍGIDA

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010), é o conjunto de materiais ou produtos que não apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas sujeitas à movimentação.

A impermeabilização rígida é aquela que torna a área aplicada impermeável pela inclusão de aditivos químicos, aliado à correta granulometria dos agregados e redução da porosidade do elemento, entre outros. Os impermeabilizantes rígidos não trabalham junto com a estrutura, o que leva a exclusão de áreas expostas a grandes variações de temperatura. Este tipo de impermeabilização é indicado para locais que não estão sujeitos a trincas ou fissuras, tais como:

- Locais com carga estrutural estabilizada: poço de elevador, reservatório inferior de água (enterrado);
- Pequenas estruturas isostáticas expostas;
- Condições de temperatura constantes: subsolos, galerias e piscinas enterradas, galerias de barragens.

Por norma NBR 9574 (ABNT, 2008) são relacionados a seguir:

- Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo;
- Argamassa polimérica;
- Cimento cristalizante para pressão negativa;
- Membrana epoxídica.

5.2 IMPERMEABILIZAÇÃO FLEXÍVEL

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010), é o conjunto de materiais ou produtos que apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas sujeitas à movimentação. Para que seja caracterizada como flexível, deve ser submetida a um ensaio específico.

A impermeabilização flexível pode ser dividida em dois tipos:

- a) Moldados no local, chamados de membranas.

O sistema moldado no local que pode ser aplicado a quente, como os asfaltos em bloco ou como mantas, ou aplicado a frio, como as emulsões e soluções, possuem espessuras variadas, conforme mostrado na figura 8. Exigem aplicação em camadas superpostas, sendo observado para cada produto, um tempo de secagem diferenciado.



Figura 8 - Aplicação de membranas moldadas no local
Fonte: <http://blog.construir.arq.br/impermeabilizantes/> (2015)

b) Pré-fabricados, chamados de mantas.

Os sistemas pré-fabricados, como a manta asfáltica, possuem espessuras definidas e controladas pelo processo industrial, podendo ser aplicados normalmente em uma única camada.

A figura 9 mostra o processo de colagem de manta asfáltica com o uso do maçarico. O aplicador derrete o asfalto na superfície da manta à medida que vai desenrolando a bobina, tomando o cuidado de deixar uma sobreposição entre as mantas de no mínimo 10 cm.



Figura 9 - Aplicação da manta com maçarico

Fonte: Pezzolo (2007)

O sistema flexível de impermeabilização é normalmente empregado em locais tais como:

- Reservatórios de água superior;
- Varandas, terraços e coberturas;
- Lajes maciças, mistas ou pré-moldadas;
- Piscinas suspensas e espelhos d'água;
- Calhas de grandes dimensões;
- Galerias de trens;
- Pisos frios (banheiros, cozinhas, áreas de serviço);
- Fundações.

No Quadro 1 são apresentadas comparações entre as sistema executados com mantas e membranas.

Quadro 1 - Comparação entre mantas e membranas

Mantas	Membranas
Espessura constante	Variação de espessura, podendo comprometer a eficiência da impermeabilização.
Fácil controle e fiscalização de impermeabilização	Dificuldade de controle e fiscalização, quer pelo consumo, número de demãos, adulteração do produto, etc.
Aplicação do sistema em uma única vez	Aplicação em várias camadas sujeitas às intempéries e interferência
Não é necessário aguardar secagem	Aguardar secagem entre camadas, podendo surgir bolhas, caso não cumprido o tempo de secagem.
Existência de armadura em toda a superfície uniformemente	Possibilidade de haver desalinhamento na armadura, acarretando desempenho variável.
Menor tempo de aplicação (menor mão-de-obra)	Sensível gasto de tempo e mão-de-obra, acarretando maior custo.
Menor suscetibilidade de erros de aplicação	Maior ocorrência de erros de aplicação, devido às diversas variáveis e suas complexidades.
Adequar-se melhor ao cronograma de obras, gerando menos transtornos, liberação rápida da área para utilização	Dificuldade na adaptação ao cronograma de obras, ficando a área por mais tempo interdita, podendo ocorrer danos por terceiros.

Fonte: Oliveira, Prof. C. F.

Os materiais utilizados para impermeabilização flexível são compostos geralmente por elastômeros e polímeros.

Pela NBR 9574 (ABNT, 2008), são relacionados a seguir:

- Membrana de asfalto modificado sem adição de polímeros;

- Membrana de asfalto modificado com adição de polímero elastomérico;
- Membrana de emulsão asfáltica;
- Membrana de asfalto elastomérico em solução;
- Membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado;
- Membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S.);
- Membrana de poliuretano;
- Membrana de poliuréia;
- Membrana de poliuretano modificado com asfalto;
- Membrana de polímero modificada com cimento;
- Membrana acrílica;
- Manta asfáltica;
- Manta de acetato de etivinila (E.V.A.);
- Manta de policloreto de vinila (P.V.C.);
- Manta de polietileno de alta densidade (P.E.A.D.);
- Manta elastomérica de etileno-propileno-dieno-monômero (E.P.D.M.);
- Manta elastomérica de poliisobutieno isopreno (I.I.R.).

As vantagens das membranas em relação às mantas seriam:

- Aplicação a quente e a frio;
- Aderência a diversos tipos de superfície;
- Flexibilidade;
- Muitos produtos após a cura viram atóxico;
- Durabilidade;
- Muitos produtos com resistência à luz solar;
- Alta resistência mecânica e a abrasão;
- Aceitação de diversos tipos de revestimento de acabamento.

O Quadro 2 apresenta os locais onde aparecem as patologias causadas pela ação da água, os tipos de solução e os materiais empregados para prevenir as patologias.

Quadro 2 - Soluções de patologias de impermeabilização

Resumo das Soluções de Patologias de Impermeabilização		
Local do problema	Tipo de solução	Materiais
Estruturas enterradas	Através do lado interno	Argamassa polimérica + argamassa com aditivo hidrófugo
	Através do lado externo	Mantas asfálticas + Dreno
		Membranas acrílicas ou asfálticas + Dreno
		Membranas de cimento a base de polímeros + Dreno
Fundações	Alvenaria de tijolos maciços	Cristalizantes
	Alvenaria de tijolos furados	Argamassa polimérica + argamassa com aditivo hidrófugo
Boxes de banheiro	Reimpermeabilização total	Membranas acrílicas ou asfálticas
		Mantas asfálticas
		Argamassa polimérica com tela de poliéster
Lajes de cobertura	Reimpermeabilização total	Áreas com muitas interferências - Membranas
		Áreas sem interferências - Mantas asfálticas
	Reimpermeabilização localizada	Utilização do mesmo sistema do existente no local
Reservatórios	Reservatórios elevados	Membranas acrílicas
		Membranas de cimento a base de polímeros
		Mantas de PVC
	Reservatórios enterrados	Argamassas polimérica
		Membranas acrílicas
		Membranas de cimento a base de polímeros
		Manta de PVC

6 MEMBRANAS

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010), “membrana para impermeabilização, é uma camada de impermeabilização moldada no local, com características de flexibilidade e com espessura compatível para suportar as movimentações do substrato, podendo ser estruturada ou não”.

Um dos primeiros tipos de impermeabilização utilizados, as membranas moldadas in loco sofreram durante anos a forte concorrência dos produtos pré-fabricados. Mas a evolução da ancestral execução a quente com camadas de asfalto oxidado, intercaladas por estruturante de feltro para os novos produtos e técnicas e equipamentos de aplicação permitiu que a solução voltasse a competir de igual para igual com as mantas (CICHINELLI, 2004).

As membranas moldadas in loco, quando bem executadas, são eficientes e excelentes soluções para áreas muito recortadas e estreitas como jardineiras ou canaletas de drenagem, em obras de reparo ou quando utilizadas em paredes de gesso acartonado, devido à menor espessura (CICHINELLI, 2004).

Produtos elaborados a partir de demãos (tinta ou pasta) com ou sem estruturante (tela de poliéster ou de náilon e véu de fibra de vidro) e disponíveis para os sistemas rígido ou flexível, as novas tecnologias de produção proporcionaram diversas opções para os mais diversos tipos de uso. Para especificar corretamente, entretanto, fatores como a movimentação, a temperatura de exposição, a pressão e os esforços mecânicos que sofrerá o sistema são itens que devem ser ponderados (CICHINELLI, 2004).

Algumas membranas, como as acrílicas, não podem ficar recobertas e devem ser protegidas do contato direto com a água: a hidratação do produto pode danificar o sistema. Aconselha-se, portanto, que sejam aplicadas em áreas inclinadas para evitar acúmulo de água sobre a superfície. Em lajes de cobertura com grande movimentação, as membranas do tipo epoxídica, mais rígidas, também devem ser evitadas e a aplicação exigirá proteção contra a incidência de raios ultravioleta (CICHINELLI, 2004).

Mesmo o mercado de membranas tenha evoluído, a execução dos sistemas moldados no local sempre foi considerada muito dificultosa. Ao contrário das

mantas, onde os erros de aplicação, na maior parte dos casos, acontecem em emendas ou nos cortes malfeitos, as membranas exigem um rígido controle da espessura e, conseqüentemente, da quantidade de produto aplicado (CICHINELLI, 2004).

É uma impermeabilização que exige uma aplicação 100% bem feita. Embora empresas do setor tenham desenvolvidos sistemas de aplicação mecanizada para cada produto disponível no mercado, infelizmente a mão de obra não acompanhou essa evolução, o que compromete em muito a execução.

Por esse motivo, serviços deste tipo de impermeabilização devem ser feitos por empresas especializadas na aplicação dos produtos, devem ter conhecimento do projeto, de preferência ser certificado ou recomendados por fabricantes dos produtos, possuir suporte financeiro compatível com a obra, e dar garantias dos serviços executados, conforme código de defesa do consumidor.

6.1 MEMBRANA ASFÁLTICA

São membranas que usam como materiais impermeabilizantes produtos derivados do CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo).

Podem ser aplicadas a frio, emulsões a base de água ou solventes, como se fosse uma pintura, com trincha, rolo ou escova. Na primeira demão, aplicar o produto sobre o substrato seco e, na segunda demão em sentido cruzado em relação à primeira e, a seguir, aplicar as demãos subsequentes, aguardando os intervalos de secagem entre demãos até atingir o consumo recomendado.

Para serem aplicadas a quente, as membranas asfálticas requerem mão de obra especializada, pois é necessário o uso de caldeira.

Estas membranas têm uso adequado em baldrame e fundações de concreto, além de serem empregados como bloqueador de umidade quando aplicado em contra pisos que irão receber pisos de madeira, primer para mantas asfálticas (DENVER, 2015).

6.2 MEMBRANA DE ASFALTO MODIFICADO COM ADIÇÃO DE POLÍMEROS

Sua modificação com polímeros tem como objetivo incorporar melhores características físico-químicas ao asfalto. As principais características do asfalto polimérico são:

- Melhor resistência a tensões mecânicas;
- Redução de termosensibilidade;
- Maior coesão entre partículas;
- Excelente elasticidade/plasticidade;
- Sensível melhora à resistência à fadiga;
- Sensível melhora da resistência ao envelhecimento.

Dependendo dos polímeros utilizados, permitem que o asfalto resista aos raios ultravioleta do sol. O asfalto modificado pode ser aplicado a quente ou a frio (em emulsão ou solução), mas sua maior aplicação é feita na industrialização de mantas asfálticas poliméricas com armaduras.

6.3 MEMBRANAS DE ASFALTO EM SOLUÇÃO

É produzida principalmente a partir da solubilização do asfalto oxidado com solvente apropriado, de forma a permitir a sua aplicação a frio. Após a evaporação do solvente, adquire as propriedades do asfalto antes da solubilização. Seu principal uso é como primer para a utilização de impermeabilizantes a base de asfalto oxidado e mantas asfálticas.

6.4 MEMBRANA DE EMULSÃO ASFÁLTICA

É um impermeabilizante produzido através da emulsificação do asfalto em água através de um agente emulsificador. A combinação com cargas minerais melhora sua resistência ao escorrimento em temperaturas mais elevadas. Apresenta baixa flexibilidade, resistência à fadiga e durabilidade, restringindo sua utilização em situações de menor exigência de desempenho.

6.5 MEMBRANA ELASTOMÉRICA DE ESTIRENO-BUTADIENO-ESTIRENO (S.B.S)

Impermeabilizante flexível, para moldagem no local, formulado a base de elastômeros de Estireno-Butadieno-Estireno (S.B.S.), dispersos em solventes orgânicos (DENVER, 2015).

É recomendado para impermeabilizações de lajes, sheds, cúpulas, juntas entre pré-moldados, terraços, bem como, para tratamento de fissuras em fachadas.

Vantagens:

- Excepcional elasticidade;
- Aplicado a frio, vulcaniza-se por evaporação do solvente, formando uma membrana monolítica altamente impermeável e totalmente insolúvel em água;
- Fácil aplicação com rolo de lã de carneiro;
- De secagem rápida (30 a 60 minutos), permite a aplicação de várias demãos em curto espaço de tempo.

Aplicar com rolo de lã de carneiro, uma demão do produto diluído com solvente, na proporção de 4:1 em volume, como primer, aguardando sua secagem. Aplicar duas demãos do produto puro, ou seja, sem diluição, incorporar tela de poliéster. Aplicar as demãos subsequentes, aguardando sempre a secagem entre as demãos, até atingir o consumo recomendado.

Para proteção mecânica, utilizar filme de polietileno ou papel Kraft betumado, como camada separadora e executar proteção mecânica primária de cimento E areia, traço 1:5 a 1:6, com espessura mínima de 2 cm. Em áreas sem trânsito pode-se substituir a proteção mecânica pela aplicação de 2 a 3 demãos de tinta refletiva impermeabilizante, à base de resina acrílica pura.

6.6 MEMBRANA ACRILÍCA

É um impermeabilizante formulado à base de resinas acrílicas dispersas em meio aquoso, sendo indicados para impermeabilização exposta de lajes de cobertura, marquises, telhados, pré-fabricados e outros (DENVER, 2015).

A principal vantagem desse sistema é que não necessita de uma camada de proteção mecânica sobre a membrana, somente será necessário se o uso da laje for de tráfego muito intenso de pessoas ou existir tráfego de automóveis. A desvantagem é que, por não ter camada de proteção mecânica, necessita de reaplicação do produto periodicamente.

Para atuar como camada primária, recomenda-se iniciar o sistema impermeabilizante aplicando sobre a superfície úmida duas demãos de argamassa polimérica em sentidos cruzados, este procedimento visa uma melhoria na aderência e no consumo (DENVER, 2015).

6.7 MEMBRANA DE POLIURETANO

A Membrana de Poliuretano é um sistema de impermeabilização de alta tecnologia para ser utilizadas nas mais diversas aplicações de impermeabilização e revestimentos para proteção de superfícies. Um sistema monolítico, sem juntas ou emendas a base de resinas elastoméricas de poliuretano, de elevada durabilidade, alta elasticidade e grande capacidade de aderência a diversos substratos.

É produzida através da aplicação de uma camada de resina elastomérica de poliuretano, que forma após a cura, uma membrana monolítica, contínua, de grande resistência química e mecânica, totalmente aderida ao substrato e impermeável à penetração e percolação da água.

A sua grande capacidade de alongamento permite que se torne íntegra diante da movimentação das lajes e estruturas, assegurando uma perfeita estanqueidade.

Por ser resistente a radiação ultravioleta (UV), a Membrana de Poliuretano é indicada para aplicações expostas, não necessitando de uma camada de proteção, exceto em áreas de trânsito contínuo.

Vantagens:

- Durabilidade com resistência as intempéries e a radiação ultravioleta;
- Alta flexibilidade permitindo absorver movimentos estruturais e térmicos;
- Alta aderência a diversos substratos (concreto, aço, metais, madeira, etc.);
- Sistema monolítico sem emendas;
- Rapidez na liberação da área;
- Dispensa a proteção mecânica para locais sem trânsito.

Aplicações:

- Lajes / Abóbadas / Cúpulas / Calhas;
- Áreas frias / Banheiros / Cozinhas;
- Reservatórios de água;
- Piscinas / Jardineiras;
- Fundações / Muros de arrimo;
- Áreas subterrâneas;
- Coberturas de concreto;
- Tanques de efluentes;
- Coberturas metálicas;
- Tanques / Base de tanques;
- Bacias de contenção;
- Revestimento de tubulações;
- Proteção de estruturas metálicas;
- Silos / Reservatórios industriais;

- Canais de irrigação;
- Revestimento anticorrosivo.

6.8 MEMBRANA POLIMÉRICA A BASE DE POLÍMEROS ACRÍLICOS COM CIMENTO E FIBRAS SINTÉTICAS

Impermeabilizante flexível para moldagem no local, DENVERTEC ELASTIC, fabricado pela Denver Impermeabilizantes.

Indicado para impermeabilização flexível de reservatórios elevados, piscinas, tanques de água potável, espelhos d'água, terraços, sacadas, pisos frios, rodapés em paredes de gesso acartonado (DENVER, 2015, p. 61).

Vantagens:

- Resistente a pressões hidrostáticas positivas;
- Excelente aderência ao substrato, que pode ficar exposto a intempéries;
- Pode ser aplicado sobre superfície umedecida;
- Não altera a potabilidade da água, produto atóxico;
- Aceita aplicação direta de argamassas colante para assentamento de piso.

O Quadro 3 mostra as propriedades típicas que foram obtidas em ensaios de laboratório.

Quadro 3 - Propriedades típicas DENVERTEC ELASTIC

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO	NORMA
Tempo de uso da mistura	150 minutos	Petrobrás N1363
Carga na ruptura após 28 dias de cura	Mín. 2,0 Mpa	NBR 7462
Alongamento na ruptura	Mín. 2,0%	NBR 7462
Aderência	Mín. 0,8 MPa	NBR 12171
Estanqueidade pressão positiva	Estanque até 0,4 Mpa	NBR 10787
Flexibilidade à baixatemperatura (0° C)	Sem trincas	NBR 9952
Absorção de água	< 7,0%	ASTM D570
Secagem entre demãos	3 a 5 horas	
Tempo de liberação da área	5 dias	
Tempo de cura	28 dias	

Fonte: DENVER, 2015

7 MATERIAIS E MÉTODOS

Para aplicação do sistema de impermeabilização flexível moldada no local, será apresentado como estudo de caso, a execução deste sistema nas áreas frias de um apartamento, aplicando membrana polimérica a base de polímeros acrílicos com cimento e fibras sintéticas, produto fabricado pela DENVER IMPERMEABILIZANTES.

7.1 MATERIAIS

Relação dos instrumentos e produtos empregados para a elaboração do estudo de caso:

- Trena de bolso metálica Estarret 8M (usada para medidas “in loco”);
- Escalímetro Trident nº1 (para medidas em projeto);
- Membrana polimérica flexível, a base de polímeros acrílicos com cimento e fibras sintéticas;
- Recipiente para mistura;
- Furadeira com baixa rotação (450 a 500 rpm) com uma haste para misturar;
- Vassoura de pêlos macios;
- Pincel;
- Tela de nylon;
- Tesoura.

7.2 MÉTODOS

Para o desenvolvimento da execução, foram delimitadas as seguintes premissas:

- Impermeabilização de áreas frias (banheiros, cozinha, área de serviço) e varanda, de um apto de alto padrão, no 2º pavimento de um prédio com: subsolo, térreo, cinco pavimentos tipo, cobertura com quatro apartamentos e laje de cobertura impermeabilizada.
- Levantamento quantitativo das áreas a serem impermeabilizadas, é apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Quantitativo das áreas a serem impermeabilizadas

ÁREAS DE PISOS	DIMENSÕES (m)		ÁREA TOTAL (m ²)
	LARGURA	COMPRIMENTO	
Cozinha	4,83	1,79	8,65
Área de serviço	1,91	2,77	5,29
Banho da suíte	1,46	1,60	2,34
Banho social	1,57	1,73	2,72
Banho serviço	1,57	1,39	2,18
Varanda	1,46	5,70	8,32
	2,36	3,96	9,35
Total por apartamento			38,84
PAREDES INTERNAS	DIMENSÕES (m)		ÁREA TOTAL (m ²)
	ALTURA	COMPRIMENTO	
Cozinha	1,50	11,78	17,67
Área de serviço	1,50	9,36	14,04
Banho da suíte	1,50	6,12	9,18
Banho social	1,50	6,60	9,90
Banho serviço	1,50	5,92	8,88
Total por apartamento			59,67
PAREDES EXTERNAS	DIMENSÕES (m)		ÁREA TOTAL (m ²)
	ALTURA	COMPRIMENTO	
Varanda	1,50	12,85	19,28
Viga	0,58	12,00	6,96
Total por apartamento			26,24

A figura 10 apresenta a planta do apartamento em estudo, destacando as áreas a serem impermeabilizadas.

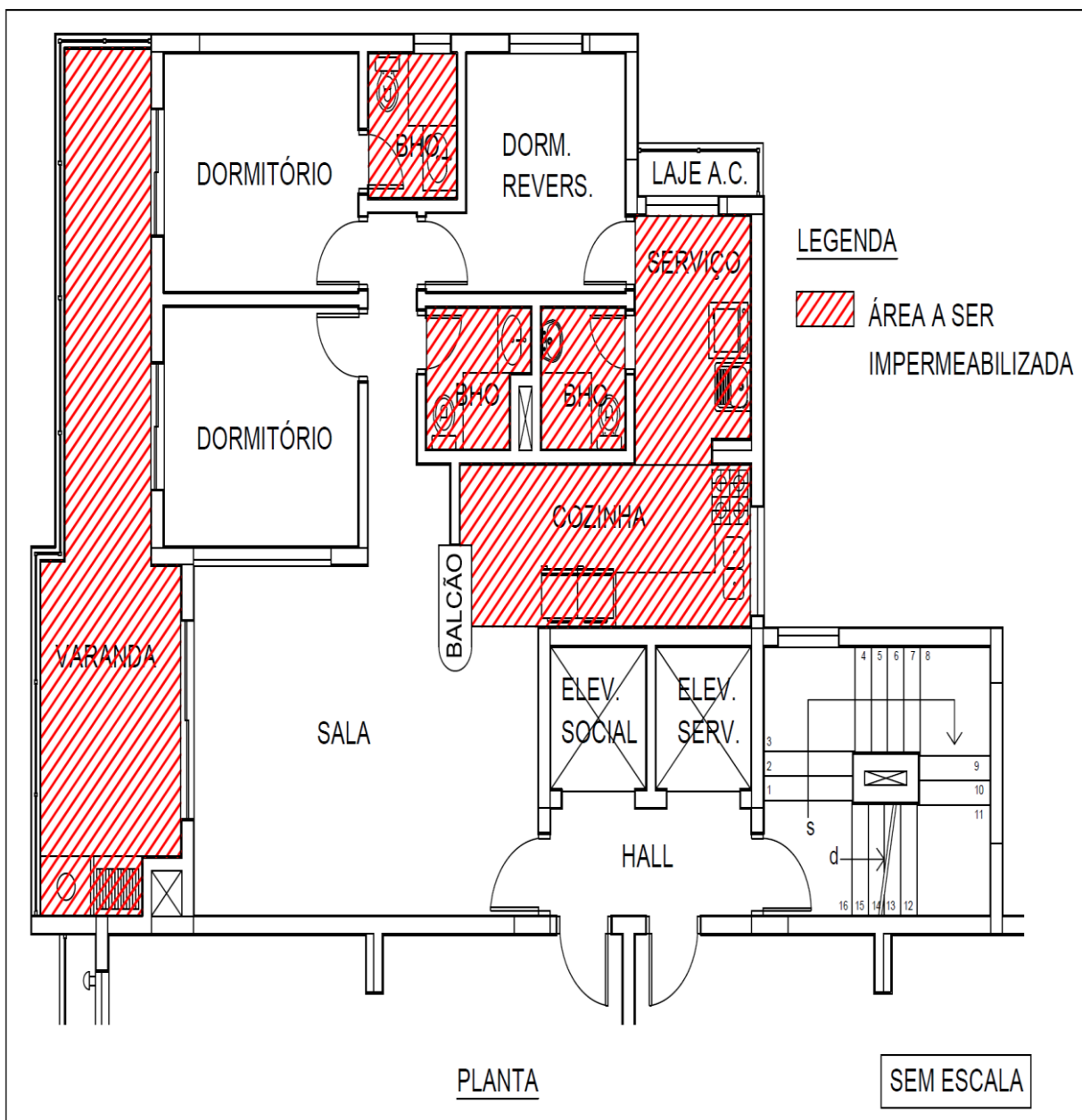


Figura 10 - Planta do apartamento

7.3 EXECUÇÃO

As etapas de execução são descritas nos itens subsequentes, seguindo as etapas de preparação da superfície, preparação do produto, e aplicação.

7.3.1 Preparação da superfície.

É muito importante que a superfície esteja bem limpa, sem detritos, poeira, e qualquer material para garantir completa aderência do produto. O melhor é uma lavagem com água corrente.

Eventuais trincas devem ser reforçadas com tela de poliéster de 30cm ao longo das trincas.

Regularizar a superfície com argamassa de cimento e areia, traço 1:3 a 1:4 em volume, com acabamento desempenado e caimento mínimo de 1% ou 2% para o caso de membranas expostas, em direção aos ralos. Arredondar os cantos vivos e as arestas.

Aplicar selante adequado para vedar ralos, juntas e trincas.

7.3.2 Preparação do produto.

Ao abrir a caixa verificar se contém os dois componentes: o componente sólido B e o líquido A, como mostra a figura 11. Os dois deverão ser misturados da seguinte maneira:

Em um recipiente limpo (uma lata grande), colocar todo o componente líquido no recipiente e ir adicionando em pequenas quantidades o componente sólido, conforme mostrado na figura 12, misturando mecanicamente com uma furadeira de baixa rotação (450 a 500 rpm) com uma haste própria por 3 minutos, conforme figura

13. Repetir o processo até atingir uma mistura lisa, sem grumos ou pelotas, homogeneizada, conforme mostra a figura 14.



Figura 11 - Componentes do produto



Figura 12 - Adição dos componentes



Figura 13 - Mistura dos componentes

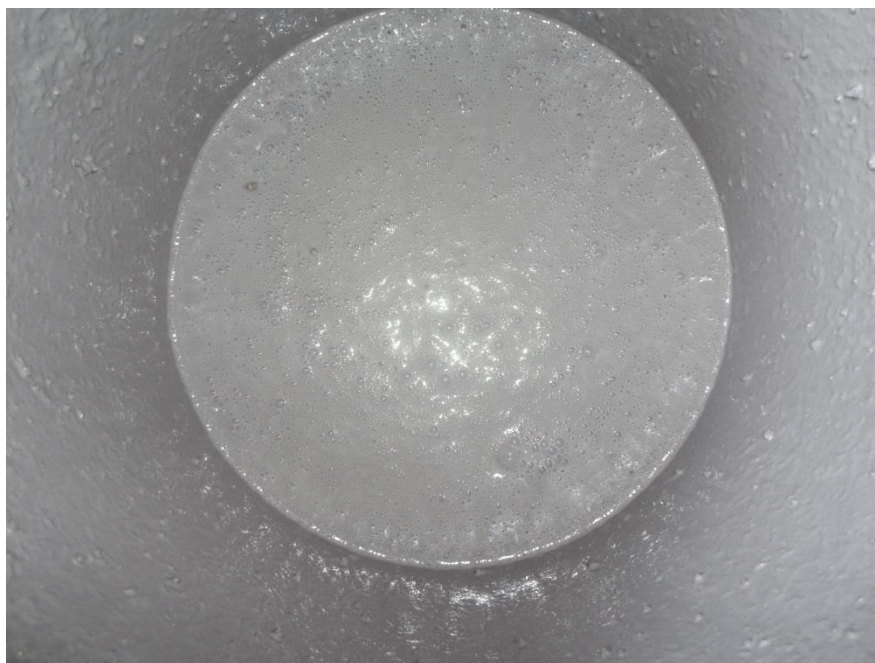


Figura 14 – Mistura homogeneizada

7.3.3 Aplicação

A primeira demão deve ser aplicada sobre o substrato úmido, conforme figura 15.



Figura 15 – Umidecimento do substrato

Aplicar o produto com o auxílio de trincha, rolo, vassoura de pêlos macios, conforme mostrado nas figuras 16 e 17, ou desempenadeira metálica lisa.



Figura 16 - Aplicação do produto



Figura 17 - Aplicação do produto

Nos encontros entre paredes e pisos é necessária a colocação da tela de poliéster no mínimo 20 cm em cada direção. Nos ralos também é colocada a tela, deixando marcado o local do corte da tela, para que nas próximas demãos não fiquem cortes sobrepostos, conforme mostrado nas figuras 18 e 19. A impermeabilização deverá ser executada nos rodapés, a uma altura mínima de 30 cm do piso acabado.



Figura 18 - Acabamento no ralo



Figura 19 - Acabamento no ralo

A segunda demão deve obedecer a um intervalo mínimo de 3 a 5 horas, dependendo das condições climáticas. Para três demãos, recomenda-se deixar a terceira sempre para o dia seguinte.

Aplicar mais demãos até atingir o consumo ou a espessura recomendada.

Em reservatórios aguardar no mínimo 5 dias para o enchimento, não ultrapassando 30 dias sem água. Após aplicado, lavar o reservatório com água limpa e vassoura de pêlo macio, descartar a primeira água.

Nas áreas frias após o tempo de liberação da área, pode-se assentar o piso com argamassa colante diretamente sobre o produto.

Após a execução da impermeabilização, para verificar a estanqueidade, a área deverá permanecer com água durante 72 horas no mínimo, para a detecção de quaisquer falhas de aplicação da impermeabilização.

8 AVALIAÇÃO

Os custos com impermeabilização, quando prevista desde a fase do projeto de construção do imóvel, giram em torno de 0,5% a 2% do valor total da obra, já os gastos para a correção desses problemas ocasionados pela falta de impermeabilização, com a construção terminada, superariam 15% do valor final da obra, de acordo com o engenheiro Marcelo Ming (<http://economia.uol.com.br/ultimas-noticias/infomoney/2008/01/02/custos-de-impermeabilizaccedilatildeo-do-imoacutevel-pronto-chegam-a-15-do-valor-da-obra.jhtm>).

8.1 COMPARATIVO: OBRA NOVA x REFORMA

De acordo com o quantitativo de áreas do Quadro 4, podemos definir o custo da impermeabilização feita na época certa, durante a construção do imóvel, conforme apresentado no Quadro 5.

A área que receberá a impermeabilização corresponde a 124,75 m², essas áreas aparecem com destaque na planta (Figura 4).

Cada uma das demãos do impermeabilizante consome 1 kg/m², logo para as três demãos necessárias, serão consumidos 374,25 kg do Denvertec Elastic da Denver. A caixa do produto tem peso líquido de 18 kg, portanto serão usados 21 caixas do produto.

A mão de obra para aplicação da membrana é R\$ 17,89/m² (dezesete reais e oitenta e nove centavos por metro quadrado), segundo contrato assinado com empresa VSB IMPERMEABILIZAÇÕES LTDA.

Quadro 5 - Custo da impermeabilização feita na época certa

IMPERMEABILIZAÇÃO - CUSTOS			
MATERIAL	UNIDADE (kg)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	SUB TOTAL (R\$)
Impermeabilização dos pisos	116,52	5,56	647,85
Impermeabilização das paredes	257,73	5,56	1432,98
MÃO DE OBRA	UNIDADE (m²)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	SUB TOTAL (R\$)
Impermeabilização dos pisos	38,84	17,89	694,85
Impermeabilização das paredes	85,91	17,89	1536,93
TOTAL (R\$)			4312,61

Caso não seja executada no momento certo, a impermeabilização causará uma reforma que além do custo financeiro irá gerar um grande inconveniente ao proprietário do imóvel, já que esse terá que ser retirado do local, mudando sua rotina e de sua família. Essa mudança pode atingir até a escola dos filhos, a dificuldade em chegar ao trabalho e vários outros inconvenientes. Em nosso estudo colocamos o valor da hospedagem, referente ao aluguel de um apartamento mobiliado, por 30 dias, no mesmo bairro do imóvel em estudo.

No estudo em questão, todos os preços de insumos e mão de obra foram obtidos dos contratos da obra, esses preços foram contratados depois de orçamento com várias empresas, sempre em torno de 5 a 7 empresas, sendo contratado aquele que atendesse as condições de melhores preços e condições técnicas de execução dos serviços.

Os revestimentos em pisos e azulejos atenderão o padrão original do imóvel.

Azulejo Linha Clean White Plain Matte Retificado 30x60 (cm) para a cozinha, preço faturado posto obra foi de R\$ 59,90/m² (cinquenta e nove reais e noventa

centavos por metro quadrado), mão de obra contratada de R\$52,63/m² (cinquenta e dois reais e sessenta e três centavos por metro quadrado).

Na área de serviço, azulejo Everest WH - Linha Everest 32x45 (cm), preço faturado posto obra foi de R\$ 49,90/m² (quarenta e nove reais e noventa centavos por metro quadrado), a mão de obra contratada foi de R\$ 52,63/m² (cinquenta e dois reais e sessenta e três reais por metro).

Nos banhos, azulejo White Plain Matte Retificado - Linha Clean 32x45 (cm) preço faturado posto obra foi de R\$ 59,90/m² (cinquenta e nove reais e noventa centavos por metro quadrado), a mão de obra contratada foi de R\$ 60,22/m² (sessenta reais e vinte e dois centavos por metro quadrado).

Piso da área de serviço e cozinha, Cerâmica Everest WH Plus - Linha Everest 45x45 (cm) preço posto obra foi de R\$ 49,90/m² (cinquenta e quatro reais e noventa centavos por metro quadrado), e mão de obra contrata R\$ 63,47/m² (sessenta e três reais e quarenta e sete centavos por metro quadrado).

Piso dos banhos, Porcelanato Retificado Bianco Clássico - Linha Limestone Classico 60x60 (cm) R\$ 56,28/m² (cinquenta de seis reais e vinte o oito centavos por metro quadrado), mão de obra contratada de R\$ 63,24/m² (sessenta e três reais e vinte e quatro centavos por metro quadrado).

Piso da varanda, Porcelanato Grand Canyon WH Plus 60x60 (cm) preço posto obra de R\$ 57,50/m² (cinquenta e sete reais e cinquenta centavos por metro quadrado) mão de obra de R\$ 67,57/m² (sessenta e sete reais e cinquenta e sete centavos por metro quadrado).

A estimativa desses possíveis prejuízos além do custo da obra está apresenta no Quadro 6. As áreas de cada ambiente, são a somatória das mesmas, descritas no Quadro 4, com exceção dos azulejos que foram calculados com altura de 2,60 m.

Quadro 6 – Estimativa de custos da reforma

REFORMA - CUSTOS			
SERVIÇOS	UNIDADE (H/H)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	SUB TOTAL (R\$)
Demolição de pisos/azulejos	40,00	14,60	584,00
Regularização de contrapiso e parede	40,00	14,60	584,00
MATERIAL	UNIDADE (m²)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	SUB TOTAL (R\$)
Azulejos para banho	46,60	59,90	2791,34
Azulejos para cozinha	30,63	59,90	1834,74
Azulejos para área de serviço	23,40	49,90	1167,66
Piso para banho	7,24	56,28	407,47
Piso para cozinha	8,65	49,90	431,64
Piso para área de serviço	5,29	49,90	263,97
Piso para varanda	19,28	57,50	1108,60
EXECUÇÃO DE PISOS	UNIDADE (m²)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	SUB TOTAL (R\$)
Banho	7,24	63,24	457,86
Cozinha	8,65	63,47	549,02
Área de serviço	5,29	63,47	335,76
Varanda	19,28	67,57	1302,75

REVESTIMENTO DE PAREDES	UNIDADE (m²)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	SUB TOTAL (R\$)
Banho	46,60	60,22	2806,25
Cozinha	30,63	52,63	1612,06
Área de serviço	23,40	52,63	1231,54
Argamassa	UNIDADE (saco)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	SUB TOTAL (R\$)
Colocação de pisos e azulejos	45,00	15,00	675,00
DESPESAS ADICIONAIS	UNIDADE (VERBA - MÊS)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	SUB TOTAL (R\$)
Limpeza do apartamento	1,00	300,00	300,00
Hospedagem do proprietário	1,00	12000,00	12000,00
Gastos com transportadora	1,00	5000,00	5000,00
IMPERMEABILIZAÇÃO	UNIDADE (m²)	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	SUB TOTAL (R\$)
Pisos e paredes	Conforme Quadro 5	Conforme Quadro 5	4312,61
TOTAL (R\$)			39756,25

Analisando os dois quadros do comparativo, temos a impermeabilização feita na época certa no valor R\$ 4312,61 (quatro mil, trezentos e doze reais e sessenta e um centavos), já a impermeabilização feita após o término da obra, por meio de uma reforma, ficou no valor de R\$ 39756,25 (trinta e nove mil setecentos e cinquenta e seis reais e vinte e cinco centavos). Quase 10 vezes mais caro. O prédio onde se encontra o apartamento do estudo de caso tem 46 apartamentos, fazendo esse

processo de reforma em todas as unidades os gastos giram em torno de R\$ 1630407,44 (um milhão, seiscentos e trinta mil, quatrocentos e sete reais e quarenta e quatro centavos) a mais, um gasto que poderia ser evitado se o projeto de impermeabilização fizesse parte do projeto global da obra. Para se tenha uma ideia esse valor gasto, equivale praticamente ao preço de venda de dois apartamentos do empreendimento. O que diminuiria consideravelmente o lucro final do prédio.

Além do ônus financeiro, tem o prejuízo à imagem da empresa responsável pela construção, e também, do engenheiro a frente de todo esse processo.

9 CONCLUSÃO

Apresentamos os diversos tipos de impermeabilização disponíveis hoje no mercado, com suas peculiaridades no que tange ao tipo que deve ser escolhido de acordo com as diferentes solicitações, como os processos de execução.

Com tantas opções no mercado, as membranas aparecem como boa opção para resolver os problemas decorrentes da água, principalmente nas áreas internas dos imóveis.

No estudo de caso, ficou evidenciado que não há como pensar o projeto construtivo e desprezar a impermeabilização.

O custo para esse erro é muito pesado, causando uma diminuição significativa no lucro final do empreendimento. Além do comprometimento da imagem da construtora perante seus clientes e o mercado em geral, e claro que o engenheiro responsável pela obra também tem muito a perder executando uma obra sem observar essa lacuna do projeto. Deve cobrar para que isso seja corrigido antes que cause prejuízos tão sérios, que demonstramos no comparativo entre a reforma por falta de impermeabilização e a obra nova.

Através das tabelas apresentadas no comparativo, fica claro o tamanho do problema em que o responsável pela obra está se envolvendo, o que poderia passar praticamente despercebido, sendo executado em poucos dias e com um custo baixíssimo, pode se transformar em um incômodo terrível para os proprietários e com um custo muito alto para a construtora.

A impermeabilização feita no tempo certo representa uma parcela muito pequena no custo final da obra, e garante a valorização e durabilidade do imóvel.

10 BIBLIOGRAFIA

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

_____. **NBR 9574:** Execução de Impermeabilização, Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 15575:** Edificações habitacionais – Desempenho, Parte 1: Requisitos gerais, Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 13531:** Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas, Rio de Janeiro, 1995.

Cdmad Construções Ltda – ME. Disponível em: <<http://www.cdmadconstrucoes.com.br/index.html>>. Acesso em: 21 dez. 2015.

CICHINELLI, Gisele. **Impermeabilização - A evolução das membranas moldadas in loco.** 87. ed. Revista Técnica, São Paulo: Pini, p. 32-34, jun. 2004.

CUNHA, Aimar G. da Cunha. **Manual Técnico de Impermeabilização e Isolamento Térmico.** 6. Ed – Texsa Brasileira Ltda. Rio de Janeiro, 1979.

Custos de impermeabilização do imóvel pronto chegam a 15% do valor da obra. Disponível em : <<http://economia.uol.com.br/ultimas-noticias/infomoney/2008/01/02/custos-de-impermeabilizaccedilatildeo-do-imoacutetivel-pronto-chegam-a-15-do-valor-da-obra.jhtm>>. Acesso em: 27 de ago. 2015.

DENVER. **Manual Técnico**, 11ª Edição – Denver Impermeabilizantes. Disponível em:<<http://www.denverimper.com.br/>>. Acesso em: 17 maio 2015.

Estanqueidade garantida. Disponível em: <<http://techne.kubbix.com/engenharia-civil/189/artigo288006-2.aspx>>. Acesso em: 21 dez. 2015.

GUARIZO, E.A. **Impermeabilização flexível.** 2008. 61f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade São Francisco, Itatiba.

Impermeabilizantes. Disponível em: <<http://blog.construir.arq.br/impermeabilizantes/>>. Acesso em: 18 maio 2015.

Impermeabilização com membranas. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAiOsAA/impermeabilizacao-com-membranas?parte=1>>. Acesso em: 17 maio 2015.

Impermeabilização - Umidade, infiltração e mofo. Disponível em: <<http://busarellorepresentacoes.com.br/126/>>. Acesso em: 21 dez. 2015.

Mantas e membranas asfálticas. Disponível em: <<http://pitcon.com.br/161/>>. Acesso em: 21 dez. 2015

Membranas de Poliuretano: Impermeabilização de Alta Tecnologia. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/membranas-de-poliuretano-impermeabilizacao-de-alta-tecnologia>>. Acesso em: 17 maio 2015.

O que é impermeabilização. Disponível em: <<http://www.ibibrasil.org.br/saiba-mais/o-que-e-impermeabilizacao>>. Acesso em: 17 mar. 2015.

OLIVEIRA, Prof. C. F. Disponível em: <<http://edificacoes.files.wordpress.com/2010/03/impermeabilizacao.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2015.

PEZZOLO, Virginia. **Como executar a impermeabilização de lajes.** 127.

ed.RevistaTéchné, São Paulo: Pini, p. 79-80, out. 2007.

Rigui, G. V. **Estudo de impermeabilização, Patologias, prevenção e correções – análise de casos.** 2009. 94f. Tese de mestrado (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Sistemas de Impermeabilização na Construção Civil. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/sistemas-de-impermeabilizacao-na-construcao-civil>>. Acesso em: 16 mar. 2015.

SOUZA, Júlio C. S.; Melhado, Silvio. B.**Considerações Gerais Sobre os Sistemas de Impermeabilização dos Pisos do Pavimento-Tipo de Edifícios.** 1998. 31f. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00196.pdf>. Acesso em: 17 maio 2015.

Umidade – Como Prevenir a umidade ascendente. Disponível em: <<http://construindo.org/umidade/>>. Acesso em: 21 dez. 2015.

VEDACIT. Manual Técnico de Impermeabilização de estruturas, 6ª Edição - Otto Baumgart, 2010.