PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE

SUDECAP
SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA CAPITAL

Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – PBH

Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura – SMOBI

Superintendência de Desenvolvimento da Capital – SUDECAP

Diretoria de Planejamento e Controle de Empreendimentos – DPLC-SD

Departamento de Informações e Procedimentos Técnicos – DPIT-SD

Gerência de Normas e Padrões Técnicos – GENPA-SD

CADERNO DE ENCARGOS SUDECAP

Este documento faz parte do Caderno de Encargos SUDECAP disponível no Portal PBH.

São reservados à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte todos os direitos autorais. Desde que o documento seja referenciado, é permitida a reprodução do seu conteúdo. A violação dos direitos autorais sujeita os responsáveis às sanções cíveis, administrativas e criminais previstas da legislação.

CAPÍTULO 9

IMPERMEABILIZAÇÕES E ISOLAMENTOS

4ª EDIÇÃO

PUBLICAÇÃO: 13/08/2019

ATUALIZAÇÃO: 31/07/2025

SUMÁRIO

9 IMPERMEABILIZAÇÕES E ISOLAMENTOS 2

9.1 OBJETIVO 2

9.2 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES 2

9.3 CONDIÇÕES GERAIS 2

9.4 IMPERMEABILIZAÇÃO 7

9.5 ISOLAMETO TÉRMICO 12

9.6 CONTROLE 18

9.7 DETALHES CONSTRUTIVOS 19

9.8 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 24

9.9 REFERÊNCIAS 25

9 IMPERMEABILIZAÇÕES E ISOLAMENTOS

9.1 OBJETIVO

Este capítulo do Caderno de Encargos SUDECAP tem como objetivo determinar as diretrizes básicas, materiais e execução dos serviços de impermeabilizações e isolamentos.

9.2 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES

NBR 9574/08 - Execução de Impermeabilização

NBR 9575/10 - Impermeabilização - Seleção e Projeto

NBR 9685/05 - Emulsão asfáltica para impermeabilização

NBR 9686/06 - Solução e emulsão asfálticas empregadas como material de imprimação na impermeabilização

NBR 9910/17 - Asfaltos modificados para impermeabilização sem adição de polímeros características de desempenho

NBR 9952/24 - Manta asfáltica para impermeabilização

NBR 10152/17 - Acústica - Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações

NBR 11905/15 - Argamassa polimérica industrializada para impermeabilização

NBR 13321/23 - Membrana acrílica para impermeabilização

NBR 13724/08 - Membrana asfáltica para impermeabilização com estruturante aplicada a quente

NBR 13867/97 - Revestimento interno de paredes e tetos com pastas de gesso - materiais, preparo, aplicação e acabamento

NBR 14432/01 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento

NBR 15375/07 - Bocal de etileno-propileno-dieno monômero (EPDM) para impermeabilização de descida de águas

NBR 15487/23 - Membrana de poliuretano para impermeabilização - Requisitos mínimos de desempenho parte 1: Lajes e coberturas em geral

NBR ISO 3382-1/17 - Acústica - Medição de parâmetros de acústica de salas - Parte 1: Salas de espetáculos

NR - Normas Regulamentadoras - Ministério do Trabalho e Emprego

9.3 CONDIÇÕES GERAIS

9.3.1 Preparação da base para impermeabilização

Observa-se nas patologias referentes à impermeabilização que a maioria dos problemas estão relacionados ao descaso ou descuido na preparação do substrato para o recebimento do sistema impermeabilizante.

9.3.1.1 Regularização

Limpeza e preparação da base:

- Retirar pontas de ferro; se necessário, escarear e cortar;
- Remover pedaços de madeira, nata de cimento e argamassa solta;
- Limpar todas as manchas de graxa e óleo; se necessário, remover com solvente ou detergente;
- Recuperar as falhas de concretagem nos locais de onde foram removidas as pontas de ferro.

Executando a camada de regularização:

- Elementos trespassantes ao substrato devem ser previamente fixados, com *grout*.
- Tirar os pontos de nível considerando os caimentos com declividade média de 1 %, em direção aos pontos de drenagem;
- Considerar a espessura mínima da argamassa de regularização de 2 cm nos pontos mais baixos;
- Aplicar uma nata de cimento no substrato;

- Executar as mestras; após as mesmas “puxarem”, preencher os intervalos entre elas com argamassa de areia média lavada e cimento sem aditivos, traço em volume 1:3;
- Quando a espessura ultrapassar 3 cm, compactar com soquete;
- Desempenar com desempenadeira de madeira, não usar feltro ou espuma para alisar a regularização;
- Executar a cura da regularização durante 48 horas.

Cuidados:

- Deve ser previsto nos planos verticais encaixe para embutir a impermeabilização, para o sistema que assim o exigir, a uma altura mínima de 30 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir;
- Executar arredondamento dos cantos e quinas. Para manta asfáltica, considerar um diâmetro mínimo de 5 cm;
- Para mantas asfálticas considerar um rebaixo de 5 mm no entorno dos ralos para que estes não fiquem mais elevados do que a laje.

9.3.1.2 Proteção da impermeabilização

A proteção mecânica é a camada sobrejacente à impermeabilização, necessária para minimizar os danos eventuais do sistema impermeabilizante, protegendo-a da ação de agentes atmosféricos e mecânicos.

Os principais danos são causados por ações físicas, como de puncionamento dinâmico e estático, ou abrasão. Os danos causados pelo intemperismo também deverão ser considerados, especialmente a ação dos raios ultravioleta.

A proteção mecânica deverá se adequar ao tipo de solicitação, portanto adota-se: áreas com trânsito de pedestre, áreas com trânsito esporádico de pedestres e áreas com transito de veículos.

9.3.1.2.1 Tipos de proteção

9.3.1.2.1.1 Pinturas Refletivas

São proteções somente contra a radiação solar, sendo utilizados em situação em que a proteção mecânica possa ser dispensada, como em coberturas inacessíveis ou onde haja trânsito ocasional de manutenção, por exemplo. As pinturas refletivas são aplicadas sobre as mantas ou membranas, e geralmente são elaboradas à base de alumínio.

9.3.1.2.1.2 Proteção Mecânica Simples

Promover proteção mecânica estruturada com tela de fios de arame galvanizado ou plásticos nas áreas verticais. Nas horizontais, a proteção mecânica, armada ou não deve ser executada sobre camada separadora e ou drenante, nos locais onde exista possibilidade de agressão mecânica.

Sobre a camada de proteção mecânica poderá ser utilizado uma camada de argila expandida com função de isolamento térmico.

Em caso de jardineiras poderá ser utilizada uma camada de brita como colchão drenante.

Finalizada a proteção mecânica, caso haja necessidade de execução de acabamento, executar o contra piso adequado.

9.3.1.2.1.3 Proteção em áreas com transito de pedestres sem isolamento térmico

Com argamassa moldada no local:

- Aplica-se sobre a impermeabilização uma camada de separação com geotêxtil de 200 gramas;
- Executa-se sobre a camada de separação uma camada de argamassa de cimento e areia lavada com 3 cm de espessura, traço em volume 1:3, formando placas de 1,5 m por 1,5 m com juntas de 15 mm entre as placas e na perimetral 20 mm;
- Deixar encaixes para os ralos;
- Preencher juntas com asfalto ou selante.

9.3.1.2.1.4 Proteção em áreas com transito de pedestres com isolamento térmico

Repetem-se as operações anteriores, considerando-se, sobre a camada separadora, a colocação do isolante térmico (placas de poliestireno extrudado) EPS. Os demais procedimentos seguem normalmente.

9.3.1.2.1.5 Proteção em Áreas com transito de veículos sem isolamento térmico

Com argamassa moldada no local:

- Aplica-se sobre a impermeabilização uma camada de separação com geotêxtil de 350 gramas;
- Executa-se sobre a manta geotêxtil, uma camada de argamassa de cimento e areia lavada com 3 cm de espessura, traço em volume 1:3, formando placas de 1,5 por 1,5 m com juntas de 15 mm entre as placas e na perimetral 20 mm. Esta camada de proteção receberá o piso de acabamento.

Para melhor identificação do conteúdo neste capítulo, a Tabela 1 apresenta quadro resumo que relaciona o tipo de material com o respectivo item.

Tabela 1 - Quadro resumo: Material impermeabilizante. Fonte: Elaboração própria.

Nota: Tabela disponibilizada para utilização como referência, devem ser seguidas as especificações do RT do projeto e do FABRICANTE.

ITEM	MATERIAL	LOCAIS DE APLICAÇÃO	CONSUMO MÉDIO
9.4.1	Argamassa com aditivo impermeabilizante	• Muro de Arrimo e Paredes de Encosta; • Concreto; • Alicerce, Baldrame e Sapatas; • Cozinha, lavanderia e banheiros; • Paredes; • Piscina Enterrada;	0,04L/kg de cimento
9.4.2	Cimento cristalizante	• Reservatórios e estações de tratamento de água e esgoto; • Piscinas; • Áreas industriais e portuárias; • Túneis e outras estruturas subterrâneas; • Fundações; • Pré-fabricados de concreto expostos a meios agressivos; • Estacionamentos em subsolos e poços de elevador; • Reservatórios de água, efluentes e piscinas	0,7kg/m² a 1,6kg/m²
9.4.3	Concreto com aditivo impermeabilizante	• Muro de Arrimo e Paredes de Encosta; • Concreto; • Alicerce, Baldrame e Sapatas; • Cozinha, lavanderia e banheiros; • Paredes; • Piscina Enterrada;	0,04L/kg de cimento
9.4.4	Argamassa polimérica Rígida	• Banheiros; • Cozinhas e lavanderias; • Umidade de rodapés; • Paredes internas e externas; • Elementos de fundação como cortinas e baldrames; • Tanques e reservatórios de agua enterrados em concreto e como base para sistema flexível cimentício.	2,0kg/m² a 5,0kg/m²
	Argamassa Polimérica Flexivel	• Reservatórios apoiados ou elevados, piscinas, tanques de água potável, espelhos d´água e pisos frios; • Rodapés em paredes de gesso cartonado.	2,0kg/m² a 5,0kg/m²

Tabela 1 (conclusão).

ITEM	MATERIAL	LOCAIS DE APLICAÇÃO	CONSUMO MÉDIO
9.4.5	Manta Asfáltica (Necessita de proteção mecânica)	• Lajes em áreas internas e externas; • Pisos frios, cozinha, lavanderia e sacadas; • Camada de sacrifício em sistemas de dupla camada; • Piscinas elevadas; Reservatórios elevados; • Pilotis, estacionamentos, Pontes, Canais, etc.	0,115 RL/m²
	Manta Asfáltca autoprotegida (Não necessita de proteção mecânica)	• Lajes em áreas internas e externas com acesso eventual de pessoas para manutenção;	0,115 RL/m²
9.4.6	Membrana de emulsão asfáltica)	• Elementos de Fundação; • Áreas internas, como banheiros e sacadas; • Base para aplicação de mantas asfálticas	0,2 a 0,4 L/m²/demão
9.4.7	Selante	• Junta de dilatação vertical e horizontal; • Vedação de esquadrias; • Calhas, rufos e pingadeiras; • Colagem de tetos, paredes e pisos; • Vedação de juntas para janelas e portas; • Vedação da área ao redor das banheiras e demais aparelhos sanitários; • Fins corretivos de dutos de aquecimento e em equipamentos condicionadores de ar.	0,150Kg/m
9.4.8	Resina acrílica	• Área de serviço, banheiro, área externa de lazer e cozinha; • Tijolo aparente ou de churrasqueira; • Telhas; • Acabamento de superfície e revestimentos.	9 m²/L
9.4.9	Membrana acrílica	• Lajes de cobertura; • Lajes abobadadas; • Marquises; • Sheds; • Telhados; • Pré fabricados.	3,00 a 3,5kg/m²
9.4.10	Membrana de Poliuretano	• Áreas sujeitas ao tráfego de pedestres, tais como: • Estacionamentos em shoppings e condomínios; • Estádios e Ginásios; • Lajes que necessitem ser impermeabilizadas e que tenham tráfego de veículos leves (4 Ton.) • Áreas sujeitas ao tráfego de pedestres, tais como: • Lajes e varandas; • Calçadas, passeios e rampas para pedestre; • Outras áreas que necessitem revestimento impermeável e resistente ao tráfego de pessoas.	0,160 a 1,00 litros/m² Agregados 0,6 a 1,5 Kg/m²

Tabela 2 - Quadro resumo: Material isolante. Fonte: Elaboração própria. Nota: Nota: Tabela disponibilizada para utilização como referência, devem ser seguidas as especificações do RT do projeto e do FABRICANTE.

ITEM	MATERIAL	LOCAIS DE APLICAÇÃO	CONSUMO MÉDIO
9.5.1	Lã de vidro	• Fornos de aquecedores de água (boilers); • Painéis para fornos; • Fornos de autolimpeza; • Fornos de uso comercial; • Coletores solares; • Incineradores; • Aparelhos de aquecimento; • Caldeiras, turbinas, filtros eletrostáticos, fornos, tanques, trocadores de calor etc.; • Tubulações de grande diâmetro, dutos de gases, etc.; • Isolação térmica de conexões: válvulas, flanges, etc.; • Isolação termo acústica de equipamentos em geral.	Variável
9.5.2	Lã de rocha	• Isolamentos térmicos de tubulações, flanges, válvulas e conexões; • Aplicado em Paredes de *Drywall* na construção a seco, • Alvenarias; • Telhas; • Portas acústicas em estúdios e salas de gravação; • Divisórias e forros e coberturas; • Isolamentos termo acústicos; • Portas corta-fogo em edifícios, proteção de *shafts* ou escadas.	Variável
9.5.3	Poliuretano (PU)	• Batentes e janelas de todo tipo; • Calefação; • Encanamentos; • Isolamento e preenchimento de fendas, buracos e aberturas em geral; • Encunhamento de alvenaria; • Chumbamentos de batentes e esquadrias; • Instalações de ar condicionado e caixas de força, luz, telefone; • Isolamentos de tubulação.	42 ml/m
9.5.4	Poliestireno expandido (EPS)	• Sustentação de encontros em pontes e viadutos; • Aterros sobre solos moles; • Estabilização de taludes; • Preenchimento de elementos estruturais; • Alívio de empuxo em muros de arrimo; • Arquibancadas de estádios e centros esportivos; • Redução das tensões no subleito e nas fundações; • Obras comerciais e residenciais em estruturação de paredes.	Variável

Tabela 2 (conclusão).

ITEM	MATERIAL	LOCAIS DE APLICAÇÃO	CONSUMO MÉDIO
9.5.5	Concreto celular	• Vedação de vãos, preenchimento de lajes nervuradas e, quando acompanhados de aço, podem ser aplicados como parede estrutural e laje. • Caixas de escada, lajes, paredes, pisos, contra pisos, paredes corta-fogo, no preenchimento de vazios, como isolante térmico e acústico e também em coberturas comerciais, industriais ou residenciais. • Peças pré-fabricadas ou pré-moldadas, o concreto celular pode ser empregado em painéis, blocos e na composição de pisos elevados. Pode ser feito em diversos formatos e, por isso, é utilizado como verga, contra verga, canaleta, além de poder ser cortado com serrote, tanto para adaptação ou criação de novos formatos, quanto para a passagem de instalações hidráulicas e elétricas.	Variável
9.5.6	Argila expandida	• Paisagismo, jardinagem e também na hidroponia; • Isolamento térmico; • Telhado Verde; • Concreto leve estrutural; • Geotecnia ambiental; • Impermeabilização voltada ao paisagismo; • Enchimento com nata de cimento.	Variável
9.5.7	Argamassa de vermiculita expandida	• Regularização, enchimento e nivelamento de lajes e pisos; • Elemento filtrante; • Tijolos e argamassas isolantes; • Câmaras a prova de fogo; • Miolo de divisórias e portas "corta-fogo" • Agregado leve para concreto estrutural; • Isolante térmico e anticorrosivo; • Forro decorativo e acústico, à prova de fogo; • Câmaras a prova de som; • Proteção de impermeabilização em lajes de cobertura; • Isolante termo acústico para lajes e paredes; • Após escavação e construção das paredes laterais, é lançada em todo o fundo da piscina.	Variável

9.4 IMPERMEABILIZAÇÃO

9.4.1 Argamassa com aditivo impermeabilizante

São argamassas não osmóticas com incorporação de outros produtos químicos, que proporcionam características de impermeabilidade.

O segundo tipo, também chamado de revestimento polimérico, é utilizado com resina (do tipo acrílico) possuindo melhor aderência ao substrato e maior flexibilidade.

São sistemas considerados rígidos e, nas estruturas sujeitas a fissuras, necessitam de tratamento com selantes nestes locais. O substrato deverá ser concreto, argamassa ou alvenarias.

Utilizados para impermeabilização de locais onde o conjunto estrutural apresenta rigidez, com pequenas variações de temperatura, como reservatórios inferiores com fundação independente da do edifício, piscinas, tanques, floreiras, estações de tratamento de água, subsolos, galerias e cortinas submetidas a pressões hidrostáticas positivas ou negativas (águas que percolam para o interior do ambiente, onde é somente

possível impermeabilizar pelo lado interno, como em lençóis freáticos).

9.4.1.1 Aplicação

Verificar sempre a validade dos produtos a serem utilizados e seguir criteriosamente as orientações do FABRICANTE.

9.4.2 Cimento cristalizante

Tipo de impermeabilização chamado de cristalização. Possui característica osmótica com pequena penetração nos capilares do concreto, colmatando-os.

Apresenta-se geralmente em dois componentes, A e B, sendo um geralmente líquido e, o outro, um pó (cimento + polímeros).

9.4.2.1 Aplicação

- A superfície a ser revestida deverá estar limpa (sem detritos de construção), resistente e áspera;
- Umedecer o substrato e aplicar o produto com auxílio de uma brocha, trincha ou vassoura de pelo como se fosse uma pintura;
- Aplicar as primeiras camadas cruzadas. Se necessário, utilizar para aplicação uma desempenadeira dentada.

Cuidados:

- Misturar quantidades para utilizar durante o período de tempo máximo de aplicação;
- Limpar as ferramentas utilizadas antes da cura dos produtos;
- Curar durante as primeiras 48 horas após aplicação da última camada.

Observações:

- Verificar sempre a validade dos produtos a serem utilizados;
- Seguir criteriosamente as orientações do FABRICANTE.

9.4.3 Concreto com aditivo impermeabilizante

Sistema de impermeabilização constituído por agregados, cimento e água com utilização de aditivos. É utilizado mais frequentemente em obras enterradas, tais como galerias, subsolos, muros de arrimo, reservatórios de água etc.

9.4.3.1 Aplicação

Para se obter um concreto com característica impermeável, é necessário obedecer rigorosamente aos critérios descritos a seguir. O traço deve ser dosado adequadamente, com agregados de granulometria conveniente, consumo de cimento maior que 300 kg/m³ e fator água/cimento baixo. É de fundamental importância lembrar que, quanto menor a quantidade de água empregada, maior será a impermeabilidade do concreto.

Os plastificantes, os polifuncionais e os superfluidificantes permitem sensível redução da relação água/cimento, minimizando a quantidade de água necessária para dar trabalhabilidade ao concreto. Assim, obtém-se aumento significativo de sua impermeabilidade, além de maiores resistências mecânicas. Também é fundamental para a obtenção de um concreto impermeável, além de adensá-lo perfeitamente, executar cura úmida cuidadosa por 7 dias. Tem-se assim uma melhor hidratação do cimento e menor volume de vazios, além de minimizar a retração causada pelas tensões diferenciais, desenvolvidas no interior da peça e devidas à velocidade de evaporação elevada (maior ou igual à velocidade de exsudação).

9.4.4 Argamassas poliméricas

Argamassa polimérica é um tipo de impermeabilização industrializada, aplicada em substrato de concreto ou alvenaria, constituída de agregados minerais inertes, cimento e polímeros, formando um revestimento com propriedades impermeabilizantes.

A argamassa aplicada em superfície forma uma pasta que, quando endurecida, apresenta propriedades impermeabilizantes. O sistema pode ser flexível ou rígido, constituído de cimentos, agregados minerais, aditivo impermeabilizante e água.

9.4.4.1 Aplicação

- A superfície a ser revestida deverá estar limpa (sem detritos de construção), resistente e áspera.

- Adicionar aos poucos o componente em pó ao componente resina e misturar homogeneamente, de forma manual ou mecânica, dissolvendo os possíveis grumos;
- Uma vez misturados os componentes pó e resina, o tempo de utilização da mistura não deve ultrapassar o período recomendado pelo fabricante;
- Aplicar sobre o substrato as demãos em sentido cruzado da argamassa polimérica, com intervalos de 2 a 6 horas entre demãos, dependendo da temperatura ambiente. Caso a demão anterior esteja seca, molhar o local antes da nova aplicação;
- Quando da utilização de armadura tipo tela, esta deve ser posicionada após a primeira demão e ser totalmente recoberta pelas demãos subsequentes;
- Em áreas abertas ou sob a incidência solar, promover a hidratação da argamassa polimérica por no mínimo 72 horas.

A dosagem, consumo, tempo de mistura e manuseio, ferramentas de aplicação, secagem entre demãos e cura devem seguir as recomendações do FABRICANTE. Observações:

- Verificar sempre a validade dos produtos a serem utilizados: aditivo e cimento;
- Quando aplicado em reservatórios, verificar se o produto altera a potabilidade da água;
- Seguir criteriosamente as orientações do FABRICANTE.

9.4.5 Manta asfáltica

Constitui-se de manta feita de asfalto modificado ou oxidado, estruturado com tecido de poliéster ou alma de polietileno. Representa sistema flexível de impermeabilização indicado para locais onde o conjunto estrutural apresenta movimentações. O substrato de aplicação poderá ser concreto, argamassa, alvenarias, deck de madeira. Nas faces poderá receber o acabamento com pó de areia, polietileno retrátil, lamelas de ardósia ou alumínio. Exemplos de utilização: em coberturas, estacionamentos, jardineiras, piscinas, reservatórios.

9.4.5.1 Aplicação

- Aplicar a solução de imprimação e aguardar a secagem;
- Iniciar a colocação da manta fazendo reforços nos cantos e quinas, tubos emergentes, ralos e detalhes especiais;
- Desenrolar a bobina para obtenção dos alinhamentos (esquadros e nível na vertical) rebobinar, observando a posição e proceder a colagem no substrato e das emendas;
- Para colagem com asfalto oxidado a quente, aplicar com esfregão uma camada de asfalto observando sempre o intervalo de temperatura de 160ºC a 210ºC, até no máximo 50 cm à frente da bobina de manta. Desbobinar pressionando a manta sobre a camada de asfalto quente;
- Para colagem com maçarico, utilizar o maçarico específico (característica da chama, na boca diâmetro de 8 cm - temperatura 1500ºC; comprimento máximo 60 cm - temperatura de 750ºC). Apontar o maçarico para o substrato de forma que a chama bata na base e ricocheteie na bobina. Não é aconselhável aplicar a chama diretamente na manta, salvo situações especiais.
- As sobreposições devem ser no mínimo de 10 cm, executando o selamento das emendas com colher de pedreiro de pontas arredondadas;
- Nos encontros dos planos horizontal e vertical, executar primeiro o plano horizontal subindo 15 cm no plano vertical. Na sequência, executar o plano vertical avançando sobre o plano horizontal 15 cm;
- No plano vertical (paredes, pilares, vigas etc.) a manta deverá subir no mínimo 20 cm acima da cota prevista do piso acabado;
- Há duas maneiras de aderir a manta ao substrato e fazer a colagem das emendas: através da utilização de maçarico específico ou asfalto quente;
- Instalar os extravasores, fazer o teste de estanqueidade, deixando uma lâmina de 10 cm de água pelo período mínimo de 72 horas. Cuidados:
  - Não colar com asfalto quente manta modificada com polímero APP;
  - Não aderir manta de asfalto oxidado com maçarico;
  - Estocar e transportar a bobina de manta em pé;

- A solução de imprimação é tóxica e inflamável, estocar em lugar arejado e com os devidos cuidados.

9.4.6 Membrana de emulsão asfáltica

O sistema é constituído da aplicação de várias demãos de asfalto polimérico em emulsão ou solução, sendo estruturado com uma tela de poliéster. É contínuo, não tem emendas.

Sistema flexível indicado para locais onde o conjunto estrutural apresenta movimentações. O substrato de aplicação poderá ser concreto, argamassa, alvenarias, deck de madeira.

9.4.6.1 Aplicação

- Aplicar a solução de imprimação e aguardar a secagem;
- Iniciar a aplicação fazendo reforços nos cantos e quinas, tubos emergentes, ralos e detalhes especiais. Aplicar a primeira demão utilizando um esfregão ou rodinho, cobrindo todo o substrato;
- Após a secagem da primeira demão, aplicar uma segunda demão em conjunto com o estruturante (tela de poliéster);
- Aplicar a terceira demão, sempre cobrindo todo o substrato. Se necessário aplicar mais demãos;
- Nas emendas da tela estruturante, sobrepor no mínimo 10 cm;
- O asfalto em solução é tóxico e inflamável; estocar em lugar arejado e com os devidos cuidados.

9.4.7 Selante

Material específico (a base de poliuretano) para a aplicação em juntas de dilatação, juntas de trabalho, trincas, fissuras e fechamento de pequenos vãos entre diversos materiais de construção. Devem ser impermeáveis a líquidos e gases, possuir boa aderência ao substrato, resistência ao intemperismo, boa coesão e boa trabalhabilidade.

9.4.7.1 Aplicação

Verificar sempre a validade dos produtos a serem utilizados: aditivo e cimento e seguir criteriosamente as orientações do FABRICANTE.

9.4.8 Resina Acrílica

É um produto com copolímeros acrílicos em solução, solventes do tipo hidrocarbonetos aromáticos, além de aditivos. Especialmente desenvolvido para aplicação interna e externa, sobre superfícies de pedras porosas, tanto horizontais como verticais. Protege e realça a tonalidade natural das superfícies por meio da formação de uma película brilhante, transparente, incolor, de rápida secagem e alta resistência. Proporciona impermeabilização, repelindo a água e a umidade.

9.4.8.1 Cuidados Pré-Aplicação

Antes de aplicar, deve-se avaliar o estado e o tipo da superfície a ser impermeabilizada;

- Superfícies de alvenaria - Deverão estar curadas (aguarde 30 dias);
- Superfícies em pedras mineiras, ardósia e cerâmica porosa em bom estado - Escove para tirar a sujeira acumulada, elimine o pó com água, deixe secar e aplique a Resina Acrílica;
- Superfícies com cimentados lisos ou queimados - Efetue tratamento prévio com solução de ácido muriático (2 partes de água para 1 parte de ácido), cuja finalidade é permitir melhor aderência do acabamento. Enxágue bem a superfície para a remoção da solução de ácido e depois aguarde sua secagem completa;
- Superfícies com mancha de gordura ou graxa - Lave mais de uma vez, se necessário, com solventes ou solução de água e detergente, enxaguando bem e aguardando a total secagem;
- Superfícies sujas ou envelhecidas - Escove previamente e lave com jato de água de alta pressão. Aguarde a secagem total para a aplicação do produto.

9.4.8.2 Aplicação

- Para a aplicação em áreas grandes utilizar rolo de lã e áreas pequenas pincel ou trincha;
- Misture bem o produto antes e durante a aplicação, com o auxílio de uma espátula em formato de régua. Faça movimentos circulares e de baixo para cima, a fim de garantir a completa

homogeneização do produto;

- Aplique o produto por igual, evitando repasses excessivos; não interrompa a aplicação no meio da superfície; respeite os intervalos de repintura; evite retoques isolados após a secagem do produto;
- Não é indicada a utilização combinada, ou em mistura, com outros produtos não especificados na embalagem;
- Seguir as instruções de intervalos entre demãos e tempo de secagem do FABRICANTE;
- Manter o ambiente ventilado durante a preparação, aplicação e secagem;
- Em pisos, a superfície pode tornar-se escorregadia quando molhada;
- O tempo de secagem poderá sofrer alterações dependendo do clima no dia da aplicação. Também poderá variar de acordo com a estação do ano e região. Por isso, recomenda-se evitar a aplicação em dias chuvosos, temperatura abaixo de 10ºC ou acima de 40ºC e umidade relativa do ar superior a 85%.

9.4.9 Membrana Acrílica

Trata-se de uma impermeabilização flexível, moldagem in loco, formulada a base de polímeros dispersos em meio aquoso. Fácil aplicação e ótima flexibilidade, resistente a intempéries e proporciona um ótimo acabamento.

9.4.9.1 Aplicação

- Sobre a base para recebimento da membrana, deverá ser aplicado 2 demãos de argamassa polimérica em sentidos cruzados, aguardando a secagem. Este procedimento visa otimizar a aderência e consumo;
- Aplicar a membrana com rolo de lã de carneiro trincha ou broxa em demãos cruzadas, colocando tela de poliéster como reforço após a primeira demão;
- Aguardar o intervalo de secagem do FABRICANTE.

9.4.10 Membrana de Poliuretano (PU)

As membranas de poliuretano (PU) são materiais com alongamento mínimo de 50%, resistentes a intempéries, produzidos a partir de matéria-prima sintética de alta performance. Esse tipo de impermeabilização se caracteriza pela boa resistência química e por suportar uma ampla faixa de temperatura de -5 a 90ºC. Na maioria das vezes, as membranas de poliuretano dispensam proteção mecânica. De modo geral, estes produtos são aplicados em ambientes com limites de espessura e de sobrecarga, onde há agressividade química, e em situações sujeitas à abrasão. É um sistema de impermeabilização a frio flexível.

9.4.10.1 Cuidados para Aplicação

- Quanto ao substrato:

O substrato é a base resistente para receber o sistema, portanto deve apresentar preparação de acordo com o tipo de tráfego, sendo de concreto ou argamassa estrutural para veicular a argamassa de cimento e areia para pedestre. O substrato deve apresentar caimento mínimo de 1 % para os coletores e planicidade. Imperfeições e buracos devem ser corrigidos. Concreto deve ter cura mínima de 28 dias e argamassa de no mínimo 7 dias com aspecto entre CSP 3 e 4.

- Quanto as juntas:

Quando necessário a execução de juntas de controle (Juntas de trabalho) as mesmas devem ser dimensionadas pelo projetista conforme as necessidades da estrutura, em função das movimentações previstas para o revestimento e em função da deformabilidade admissível do selante que em geral variam de 5 a 20 mm.

- Quanto a Rodapés:

Deve ser realizado corte horizontal no rodapé para encaixo do produto, utilizar fita crepe para limitar o término do produto. Caso já tenha realizado acabamento deverá ser removida.

- Quanto a trincas e fissuras:

Todas as trincas e fissuras de movimentação do substrato devem ser tratadas realizando a abertura com disco de corte, somente a largura do disco e com profundidade de 0,5 cm. Deve aplicar o Primer e aguardar o ponto de pega para aplicação do Selante de Poliuretano. Novas fissuras não tratadas que aparecerem no

local com aberturas acima de 0,5 mm podem romper o sistema de impermeabilização, será preciso fazer o tratamento da mesma direto no substrato para recomposição deste.

- Quanto a interface Piso x Parede:

Nos encontros entre piso e parede deve ser realizado com um primer selante de poliuretano.

- Quanto a ralos:

Realizar corte ao redor das tubulações para preenchimento com selante de poliuretano.

- Quanto a sistemas de drenagem:

Grelhas e porta grelhas - Realizar corte ao redor dos porta grelha para preenchimento com selante de poliuretano.

9.4.10.2 Aplicação

- O sistema é composto, usualmente, por quatro camadas: primer epóxi, camada de PU + agregado, segunda camada de PU e top coat (finalizador). Seguir orientações do FABRICANTE;
- As membranas de PU podem ser mono ou bi componentes e serem aplicadas com intervalo entre demãos de 4 a 6 horas, podendo ser estruturadas apenas nos pontos críticos;
- Aplicar uma demão do Primer em toda área com rolo de lã, a absorção será diferente para cada tipo de substrato, podendo aparecer manchas na superfície de falha de aplicação, isso é completamente normal. Aguardar até apresentar o ponto de pega, que ocorre em aproximadamente 30 minutos. Atenção sempre homogeneizar o balde antes e durante a aplicação;
- Aplicar uma demão do PU com auxílio do rodo dentado para obter espessura de 1 mm, logo em seguida passar o rolo de lã baixa para melhor distribuir e evitar ondulações na superfície. Atenção sempre homogeneizar o balde antes e durante a aplicação;
- Em rampas - Aplicar o PU em duas demãos com rolo de pintura para evitar escorrimento do produto, nas áreas de rampas recomenda-se aspergir com AGREGADO #20, ficando exposto para assentamento do revestimento para veículos;
- Aplicação do PU para tráfego veicular - Após a homogeneização dos componentes A+B, aplicar uma demão com rolo de lã baixa com auxílio do sapato de prego adentrar a área com a membrana PU e aspergir o AGREGADO #30 ou #20 para rampas. A superfície deve apresentar aspecto áspero e bem distribuído. Nas rampas de veículos, esta camada é aplicada duas vezes devido ao alto tráfego. Atenção sempre homogeneizar o balde antes e durante a aplicação.

9.5 ISOLAMETO TÉRMICO

Um dos principais vilões do isolamento térmico é a água, que compromete a vida útil e a eficiência do isolamento térmico. As características do isolante acabam sendo comprometidas quando em contato com água e vapor. Sendo que, caso o isolante venha a se encharcar, em pouco tempo não estará mais atendendo o que pede a norma.

O sistema de impermeabilização com isolamento térmico pode ser efetuado de diferentes maneiras, sendo importante reforçar que, a utilização do isolamento térmico, em nenhum momento substitui a necessidade da impermeabilização.

9.5.1 Lã de Vidro

A lã de vidro provém de substância líquida inorgânica obtida através de composto básico de vários elementos: sílica (em forma de areia, que assume a função de vitrificante), carbonato de sódio, sulfato de sódio e potássio (para que a temperatura de fusão seja mais baixa) e carbonato de cálcio e magnésio, como estabilizantes, conferindo a este material elevada resistência à umidade.

É fabricado em alto forno a partir de sílica e sódio, que elevados a temperatura de aproximadamente 1500ºC formam massa em estado plástico de altíssima viscosidade, que aumenta à medida que arrefece, mantendo-se em estado de sobre fusão sem cristalizar.

Possui ótimo coeficiente de absorção sonora em função à porosidade da lã (a onda sonora entra em contato com a lã e é rapidamente absorvida).

Possui rendimento térmico superior ao da lã de rocha, porém em faixa de trabalho inferior, chegando a limites máximos de 450ºC. Seu manuseio e aplicação deverá ser feio com EPI adequado. Suas principais vantagens:

- É leve e de fácil manipulação;

- Não propaga chamas;
- Não deteriora;
- Não favorece a proliferação de fungos ou bactérias;
- Não é atacada nem destruída pela ação de roedores.

A manta de lã de vidro, quando instalada, adquire a forma do material ou componente que se vai isolar. Nesse caso, o produto não recebe aplicação de resina, sendo comercializado no formato de grandes rolos.

Aplicável no isolamento externo de dutos de ar retangulares ou redondos e, quando revestidos com barreira de vapor, podem ser usados em sistemas de ar condicionado. São produzidas com diversas densidades (de 12 Kg/m³ a 20 kg/m³) e apresentam diversas espessuras (1 a 4 polegadas).

As placas isolantes são fabricadas com lã aglutinada com resina termofixa e apresentadas em forma de painéis retangulares flexíveis, semirrígidos ou rígidos em diferentes densidades (desde 20 Kg/m³ até 100 Kg/m³) e diversas espessuras, para aplicações em temperaturas de –18°C a 232°C. São leves, resistentes e possuem alta performance térmica e acústica.

O material deverá atender aos seguintes métodos de ensaio:

- ASTM C 411 - Faixa de temperatura de trabalho;
- ASTM C 1136 - Limites de temperatura de revestimento isolante;
- ASTM E 96 - Método A - permeabilidade de revestimento;
- ASTM D 781 - Resistência à compressão (mínima a 10 % e 25 %);
- ASTM E 84 - Combustão superficial.

9.5.1.1 Aplicação

- As superfícies destinadas ao recebimento do isolamento acústico deverão estar limpas, secas, uniformes, sem saliências ou reentrâncias, com ângulos ligeiramente chanfrados e não cortantes;
- As mantas serão estendidas sobre a superfície, formando uma camada mínima de 7,5 mm de espessura ou seguindo as especificações do projeto de isolamento e, ainda, as instruções do FABRICANTE;
- Deverão ser tomados cuidados especiais na colocação da manta próxima às aberturas (portas, janelas e outros vãos), com ajuntamento perfeito aos batentes e calafetado à passagem do ar;
- Sobre esta camada deverá ser aplicada proteção à base de asfalto oxidado a quente. Proceder ao corte no formato desejado, com instrumentos apropriados.

Restrição: estas mantas não podem ser pisadas e absorvem água se houver vazamento de água pelo telhado.

9.5.2 Lã de Rocha

A lã de rocha mineral é um produto isolante composto por trama de fibras de materiais pétreos (basalto aglomerado com resina sintética), formando um feltro que mantém, entre as fibras, o ar em estado estático. Tais formações de fibras permitem obter produtos muito leves e que oferecem elevados níveis de proteção ao calor, ao ruído e ao fogo. Seu manuseio e aplicação deverá ser feito com EPI adequado. Suas principais vantagens são:

- Isolante acústico;
- Isolamento térmico;
- Incomburente;
- Favorável custo/benefício.

A lã de rocha pode ser aplicada em forros, divisórias, pisos, falsos tetos, fachadas, proteção de estruturas, em dutos de ar condicionado, em tubulações com baixas, médias e altas temperaturas de 50°C a 750°C.

9.5.2.1 Aplicação

- As superfícies destinadas ao recebimento do isolamento acústico deverão estar limpas, secas, uniformes, sem saliências ou reentrâncias, com ângulos ligeiramente chanfrados e não cortantes;
- As mantas serão estendidas sobre a superfície, formando uma camada mínima de 7,5 mm de

espessura ou seguindo as especificações do projeto de isolamento e, ainda, as instruções do FABRICANTE;

- Deverão ser tomados cuidados especiais na colocação da manta próxima às aberturas (portas, janelas e outros vãos), com ajuntamento perfeito aos batentes e calafetado à passagem do ar.

9.5.3 Poliuretano (PU ou PUR)

Poliuretano (ou PU) é qualquer polímero que compreende uma cadeia de unidades orgânicas unidas por ligações uretânicas. É amplamente usado em espumas rígidas e flexíveis, em elastômeros duráveis e em adesivos de alto desempenho, em selantes, fibras, vedações, gaxetas, etc.

A espuma de poliuretano aplicada por spray tem viabilidade econômica para áreas acima de 300 m². Oferece a vantagem de ser auto aderente e pode ser aplicada sobre superfícies irregulares e onduladas, como no caso de telhas. Resolve casos onde placas não podem ser aplicadas. Este produto necessita sempre de pintura ou revestimento de proteção, principalmente quando exposto ao tempo.

As pinturas adequadas são: pinturas asfálticas com acabamento pigmentado de alumínio, pinturas à base de silicone; pinturas à base de acrílico; pinturas com tintas de proteção contra incêndio; aplicações de emulsão asfáltica.

A espuma de poliuretano contém, no interior das suas células, o agente expansor monofluorclorometano.

Pode ser aplicado sobre qualquer tipo de suporte e possui grande aderência. À sua resistência térmica, acrescenta-se a sua total estanqueidade e resistência à compressão.

Quando aplicado diretamente sobre os materiais normalmente utilizados na construção civil (concreto, tijolos, madeira, ferro, etc.), reduz as dilatações das coberturas e paredes, sendo classificado como isolante estrutural. Os poliuretanos são extremamente versáteis, mas podem ser definidos em alguns tipos básicos:

- Espumas rígidas: são sistemas bicomponentes normalmente utilizados em sistemas de isolamento térmico e acústico, para modelação ou para proteção de transportes de peças e equipamentos;
- Espumas flexíveis: são utilizados em abafadores, isolamentos acústicos, etc;
- Elastômeros: utilizados em várias aplicações, como encapsulamentos eletrônicos, amortecedores, sapatas de equipamentos, revestimentos antiderrapantes e resistentes à abrasão, acabamento em produtos promocionais, tubos e dutos, revestimentos de etiquetas, blocos de modelação, etc.;
- Tintas: normalmente são utilizadas em aplicações onde existe a necessidade de bom acabamento, excelente brilho, resistência química, boa aderência e resistência a UV. Podem ser bicomponentes ou monocomponentes; normalmente, os bicomponentes são os de melhor resistência, em todos os sentidos.

9.5.3.1 Aplicação - Placas de espuma e espumação local

9.5.3.1.1 Camada de regularização

- Depois de inteiramente limpa, a superfície a ser isolada receberá chapisco de argamassa traço 1:3, para melhor aderência;
- A camada de regularização será constituída por argamassa traço 1:3 e terá sua superfície retificada com acabamento que permita a aplicação, utilizando-se produto adesivo das placas de poliuretano;
- No caso de aplicação por espumação local, elimina-se a camada regularizante.

9.5.3.1.2 Cura

A camada de regularização deverá ser submetida à cura por prazo de 3 dias, no mínimo, o qual se ampliará para 7 dias em casos de tempo úmido.

Entre a conclusão da cura e a aplicação das placas de poliuretano, deverá haver um intervalo de 4 dias, para secagem das superfícies, acrescentando-se mais 3 dias, em caso de tempo chuvoso.

9.5.3.1.3 Camada isolante

- A camada isolante poderá ser constituída por placas de espuma de poliuretano ou por camada executada através de espumação local, com peso específico aparente de 37 kg/m³;
- As placas serão coladas com o auxílio de adesivo plastipegante, cola de cimento ou, ainda, adesivo asfáltico. Aplicar o adesivo em toda a superfície do dorso das placas, bem como em toda a superfície a ser revestida. Em seguida, uni-las cuidadosamente até a fixação completa;

- Na colagem das placas não será admitida aplicação de adesivo somente no perímetro e diagonais. A colagem da placa deverá ser iniciada por uma de suas extremidades. Evitar descontinuidade na colagem, vincos e/ou rugas entre a superfície de aplicação e a placa;
- O assentamento das placas junto às esquadrias deverá realizar-se depois da pintura destas. Não será permitido o reaproveitamento de placas acústicas;
- A execução dos cortes para emendas ou adaptações, se necessário, será feita com as placas superpostas. As placas de espuma rígida de poliuretano suportam o peso das cargas normais do piso, desde que executadas sobre argamassa ou sobre laje de concreto armado, capaz de distribuir as cargas. Para o trânsito de pessoas e cargas leves, a espessura mínima da argamassa será de 3 cm;
- As placas isolantes são impermeáveis, dificultando a evaporação da água através delas, tornando-se fundamental o perfeito conhecimento do ponto de aderência para aplicar o adesivo no momento certo;
- Os serviços deverão ser executados por mão de obra especializada, sendo obrigatório o uso de EPI.

9.5.2 Poliestireno expandido (EPS)

O EPS é um plástico celular rígido, resultante da polimerização do estireno em água. A leveza e a capacidade de isolamento térmico do poliestireno expandido, associado ao baixo custo do material, proporcionam grande utilização pelo mercado da construção civil. Disponível em:

- Chapas para isolamento termo acústico em telhados;
- Forro isolante e molduras para teto (sancas);
- Telhas térmicas;
- Placas associadas a gesso acartonado;
- Pranchas usadas como base para pisos;
- Painéis autoportantes.

9.5.3.2 Aplicação

- Depois de inteiramente limpa, a superfície a ser isolada receberá chapisco de argamassa traço 1:3, para melhor aderência e terá sua superfície retificada, com acabamento que permita a aplicação, utilizando-se produto adesivo, das placas de poliestireno;
- A camada de regularização deverá ser submetida à cura por prazo de 3 dias, no mínimo, o qual se ampliará para 7 dias em casos de tempo úmido;
- Entre a conclusão da cura e a aplicação das placas de poliestireno, deverá haver intervalo de 4 dias para secagem das superfícies, acrescentando-se mais 3 dias, em caso de tempo chuvoso;
- A camada isolante será constituída por placas de poliestireno expandido, com peso específico aparente de 20 kg/m³;
- As placas, no caso de isolamento de telhados, podem ser coladas com emulsão asfáltica;
- As placas associadas a gesso acartonado serão fixadas com argamassa específica ou com fixação mecânica;
- Os forros serão presos ao teto através de perfis metálicos e tirantes.

A execução deverá seguir as instruções do FABRICANTE e o disposto no Capítulo 8 - Coberturas e Forros, deste Caderno de Encargos, no que for aplicável.

9.5.4 Concreto celular

9.5.4.1 Concreto celular "*in situ*"

O concreto celular é um concreto leve, produzido pela incorporação de aditivo aerante a argamassa de areia, cimento e água. Sua preparação é feita no próprio local da obra, com equipamentos especiais que permitem produção em bateladas ou contínua.

O produto final curado apresenta número infinito de pequenos alvéolos formados por diminutas bolhas de ar, uniformemente distribuídas em toda a massa, conferindo baixa densidade e propriedades isolantes ao produto, sem alterar as características do cimento utilizado. Dessa forma, permite que o concreto apresente uma resistência à compressão superior a outros produtos isolantes, como espumas plásticas, lã de vidro, etc.

O aditivo aerante em pó misturado ao cimento produz concretos de baixas densidades, tornando-os isolantes térmicos, resistentes ao fogo e com boa atenuação acústica. Possíveis utilizações:

- Como isolante térmico em lajes de coberturas e terraços, sobre as mantas impermeabilizantes, em espessura uniforme. Pode também ser aplicado com espessura variada, formando caimentos (desníveis) de 1 % até 5 %;
- Como enchimento de câmaras vazias entre paredes; sob piscinas de fibra de vidro ou em rebaixamento em lajes, proporcionando, simultaneamente, isolamento térmico e redução da transmissão de ruídos e vibrações à estrutura (isolamento acústico).

O concreto celular "*in situ*" pode ser fabricado em densidades variáveis de 400 Kg/m³ até 1800 Kg/m³, conforme a finalidade e resistência desejadas.

Além do seu efeito isolante, pode ser utilizado para fazer os caimentos e os enchimentos de rebaixos.

A variação da densidade do concreto ocorre em função da quantidade do aditivo aerante incorporado à argamassa e ao tempo de amassamento.

9.5.4.2 Aplicação

- Depois de inteiramente limpa, a superfície receberá chapisco com argamassa 1:3, para melhor aderência.
- Preparar a mistura de cimento, aditivo aerante e água. Os aditivos devem ser bem misturados e agitados, evitando qualquer contaminação com outros materiais. Deverão ser observadas as instruções de execução fornecidas pelo FABRICANTE dos aditivos.
- Misturar a água, o aditivo aerante e o cimento, em betoneira, pelo tempo de 5, 8 ou 10 minutos, ou de acordo com as instruções do FABRICANTE dos aditivos. De acordo com o tempo de batimento, o concreto ficará mais leve ou mais pesado. Quanto menor a relação água/cimento, maior a resistência de compressão e menor a capacidade isolante.
- A camada isolante será constituída por concreto celular de peso específico aparente de 400 kg/m³, salvo determinação em contrário.
- A resistência à compressão do concreto celular será de, no mínimo, igual a 0,8 Mpa (8 kg/cm²).

O preparo do concreto deverá seguir as disposições contidas no Capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço deste Caderno de Encargos.

A Tabela 3 apresenta quadro com os tempos recomendados de mistura e a resistência à compressão indicados para a fabricação de concreto celular "in situ", salvo especificação contrária do FABRICANTE.

Tabela 3 - Concreto celular "in situ" - tempos de mistura e resistência à compressão. Fonte: Elaboração própria.

Tempo de Mistura (em betoneira de 43 RPM)	Resistência à compressão (72h)
5 Minutos	14 kgf/cm²
8 Minutos	9,5 kgf/cm²
10 Minutos	7,0 kgf/cm²

9.5.4.3 Bloco de concreto celular auto clavado

O concreto celular auto clavado é um produto leve, formado a partir de reação química entre cal, cimento, areia e pó, que, após cura em vapor a alta pressão e temperatura, origina silicato de cálcio. Apresenta resistência à ruptura por compressão que também permite a execução de alvenaria autoportante. Além da boa performance funcional, como elemento de alvenaria e laje, o concreto celular auto clavado exibe propriedades que o caracterizam como material incombustível e isolante termo acústico.

Os blocos são utilizados para vedação de vãos e enchimento de lajes nervuradas, os painéis armados para paredes ou lajes. Também são encontrados blocos-canaleta para vergas e contravergas. Como isolante de paredes externas sujeitas à incidência do sol, a espessura indicada é de 10 cm. Para áreas transitáveis,

assenta-se o piso sobre os blocos, como acabamento final.

9.5.5 Argila expandida

Agregado leve de formato esférico, com estrutura interna formada por espuma cerâmica com microporos e superfície rígida e resistente. Possui estabilidade dimensional e propriedades de isolamento térmico e acústico. Disponível em diferentes granulometrias e, de acordo com os diâmetros, pode ser utilizada em jardins e floreiras (para estabilizar a umidade da terra), na produção de concreto leve e sobre lajes sombreadas (devido à sua baixa densidade) e no isolamento térmico e acústico de ambientes.

É produzida artificialmente em grandes fornos cilíndricos rotativos, utilizando argilas especiais que se expandem (devido à retenção de gases formados) a altas temperaturas (1100 °C), transformando-as em um produto leve, de elevada resistência mecânica e ao fogo e aos principais ambientes alcalinos e ácidos, etc.

No ambiente interno, a argila expandida dificilmente é pulverizada devido à sua rigidez; caso aconteça, a proteção pode ser feita com lenços ou máscaras simples que filtrarão a poeira indesejável. A argila expandida é inodora e hipoalergênica.

É mecanicamente consistente, durável e quimicamente estável, não inflamável e eletricamente neutra, e não se altera com o tempo, podendo ser estocada por longos períodos e próximo a outros materiais. Não há necessidade de manutenção ou limpeza regularmente devido à sua estabilidade.

A camada de argila expandida é utilizada basicamente como isolante térmico, atuando também como proteção da impermeabilização contra a incidência de raios solares. A altura mínima recomendada para a camada de argila expandida é de 10 cm.

Nas lajes, seu dimensionamento deve considerar a sobrecarga advinda da utilização do material, considerando sua granulometria e estado de saturação, admitindo média de 1400 kg/m³.

Cuidados adicionais deverão ser observados no que diz respeito aos caimentos para drenagem de água e na adoção de grelhas hemisféricas, evitando que os grãos de argila sejam encaminhados para os condutores de água. Observar também que o desempenho da camada do isolante térmico cai quando há saturação da argila.

Granulometria e Aplicações:

- 05 a 13 mm: enchimento de pisos e vazios;
- 13 a 20 mm: proteção térmica de drenagem;
- 20 a 30 mm: proteção térmica de drenagem em jardins, agregado para concreto.

9.5.6 Argamassa de vermiculita expandida

Vermiculita é um mineral da família das argilas micáceas (aluminosilicato hidratado de ferro e de magnésio), constituído pela superposição de finas lamínulas que, submetidas a altas temperaturas (cerca de 800º/1000°C), expandem os seus grãos em vinte vezes do seu volume original, deixando um grande vazio em seu interior. Os espaços vazios originados desta expansão volumétrica são preenchidos por ar, que conferem à vermiculita grande leveza, e isolação térmica e acústica. As principais características deste tipo de material são:

- Baixa densidade (variando de 80 até 120 kg/m³);
- Incomburente;
- Insolúvel em água;
- Não abrasivo;
- Não se decompõe, deteriora ou apodrece.

A vermiculita é insolúvel em bases e ácidos fracos solventes orgânicos. É usada como agregado fino (substituindo a areia) para argamassas ou concretos aplicadas sobre lajes ou revestimento de parede, normalmente como "massa grossa", com espessuras de 3 a 10 cm.

Em paredes deverá ser aplicado chapisco grosso prévio e, se necessário, esta argamassa deverá ser aplicada em camadas. A camada isolante será constituída por argamassa de vermiculita com peso específico aparente de 400 kg/ m³, salvo especificação em contrário.

A resistência à compressão da argamassa de vermiculita ser de, no mínimo, igual a 0,8 MPa (8 kg/cm²).

9.5.6.1 Manuseio

Evitar pancadas fortes que podem provocar geração de pó dentro da embalagem. O material poderá emitir

poeira se manuseado de modo inadequado. O ambiente deverá ser ventilado.

A trepidação gerada durante o transporte e o manuseio provoca adensamento normal do material.

9.5.6.2 Estocagem

Armazenar o produto sobre paletes de madeira, em local seco e aberto protegido de intempéries. O empilhamento máximo recomendado é de 10 sacos.

9.5.6.3 Traços

- Vermiculita: Cimento: Água = 4:1:2 (mistura, quando curada, apresenta peso aproximado de 700 Kg/m³);
- Vermiculita: Cimento: Água = 5 ou 6:1:2 (para locais sem trânsito).

A Tabela 4 apresenta quadro indicativo dos traços da vermiculita sobre lajes, para preenchimentos leves, isolamentos térmicos e acústicos.

Tabela 4 - Traços - Vermiculita. Fonte: Elaboração própria.

Traços da vermiculita sobre lajes, para enchimentos leves, isolamentos térmicos e acústicos		
Trânsito sobre a laje		Traço
	Sem trânsito	1:8
	Trânsito leve de pessoas	1:6 (com proteção mecânica de cimento e areia)
	Trânsito pesado de pessoas	1:4 (com proteção mecânica de cimento e areia)
	Trânsito de veículos	1:4 (com proteção mecânica de cimento e areia de 5 cm armada com tela e piso final)
Caso haja trânsito de qualquer espécie, é recomendável proteção mecânica com uma argamassa de cimento x areia traço 1:3, com no mínimo 2 cm de espessura.		

9.5.6.4 Aplicação

9.5.6.4.1 Paredes

Depois de inteiramente limpa, a superfície a ser isolada receberá chapisco com argamassa traço 1:3, para melhor aderência. Apicoar, caso haja reboco.

Com as paredes bem secas, aplicar uma camada de até 3 cm. Usar a proporção de 5:1 (Vermiculita: Cimento) com 25 % de água sobre o volume da vermiculita.

Espere secar bem (aproximadamente 72 horas) e só então aplicar uma nova camada, repetindo o processo até a espessura desejada (mínima recomendada: 3 cm).

Depois de seco, aplicar camada de aproximadamente 1 cm de argamassa de areia e cimento, traço 1:3.

9.5.6.4.2 Lajes descobertas

Regularizar a superfície da laje, deixando caimento mínimo de 1 %.

Após a execução da impermeabilização, aplicar a argamassa de vermiculita na espessura de 3 a 5 cm. Depois de bem seco, fazer a proteção com argamassa de areia e cimento (traço 4:1).

9.5.6.4.3 Contra pisos

- Regularizar a superfície da laje, deixando caimento mínimo de 1 cm;
- Impermeabilizar conforme projeto e especificações e aplicar argamassa de vermiculita na espessura de 2 cm a 3 cm;
- Depois de bem seco, fazer a proteção com argamassa de areia e cimento (traço 4:1);
- Caso haja trânsito de qualquer espécie, recomenda-se sempre proteção mecânica da camada de isolante com argamassa de cimento x areia traço 1:3, com no mínimo 2 cm de espessura.

9.6 CONTROLE

A FISCALIZAÇÃO deverá acompanhar a execução de todas as camadas de material isolante, observando

sempre as especificações dos projetos, dos FABRICANTES e deste Caderno de Encargos.

As especificações e o dimensionamento de materiais e áreas a serem isoladas deverão ser sistematicamente obedecidas, sendo objeto de conferência.

A camada de proteção (quando necessária) deverá estar rigorosamente de acordo com as especificações do projeto, do FABRICANTE e em conformidade com as especificações contidas neste Caderno de Encargos.

Caso esteja em desacordo, a FISCALIZAÇÃO deverá exigir as correções necessárias e realizar nova inspeção.

Uma vez atendidas todas as exigências deste capítulo, a FISCALIZAÇÃO da PBH poderá receber os serviços com aprovação.

No caso de manifestações patológicas relacionadas a impermeabilização, deverá se buscar a atuação da Engenharia Diagnóstica, com o intuito de se avaliar individualmente cada caso em busca de um prognóstico. As ferramentas diagnósticas disponíveis, ajudam a avaliar através de laudos e a expertise do profissional habilitado, qual a condição real e a solução apropriada para cada caso.

9.7 DETALHES CONSTRUTIVOS

9.7.1 Especificações técnicas para execução de rodapés

A impermeabilização deverá se estender verticalmente nos rodapés pelo menos 30 cm acima do piso acabado. A fim de evitar-se o desprendimento da impermeabilização ou infiltração de água por detrás da mesma, devem ser observados os seguintes cuidados:

- No caso de platibanda, esta não deve ser executada com tijolos em blocos vazados; deve ser utilizado tijolo maciço ou concreto;
- Deve ser previsto rebaixo, de forma que a proteção mecânica não represente um acréscimo de espessura na platibanda ou parede (Figura 1): Nos planos verticais, encaixe para embutir a impermeabilização, para o sistema que assim o exigir, a uma altura mínima de 30 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir.

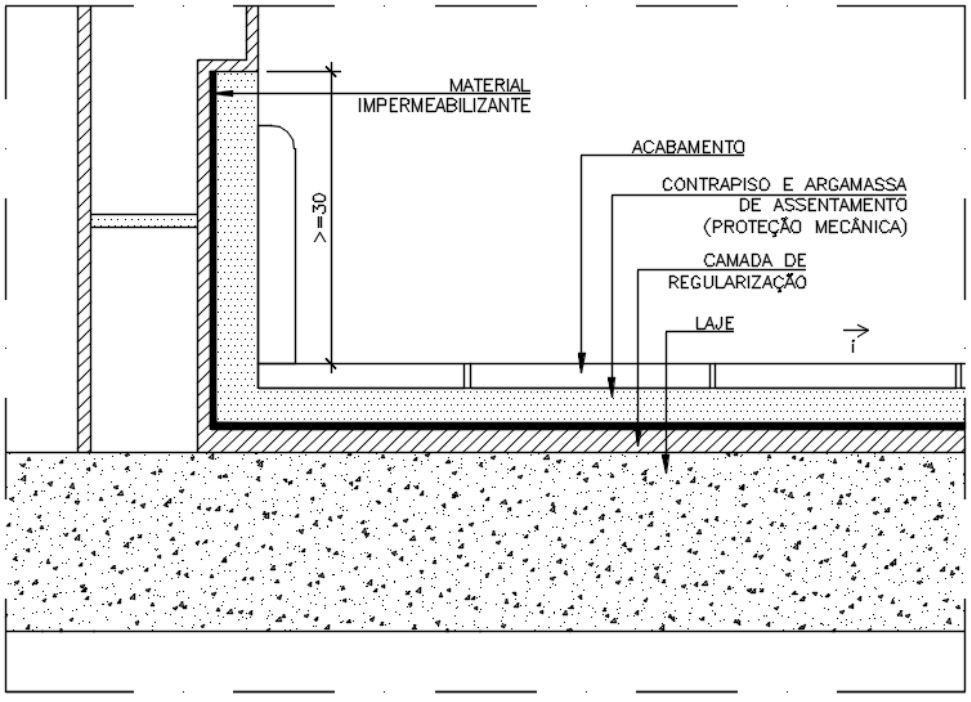
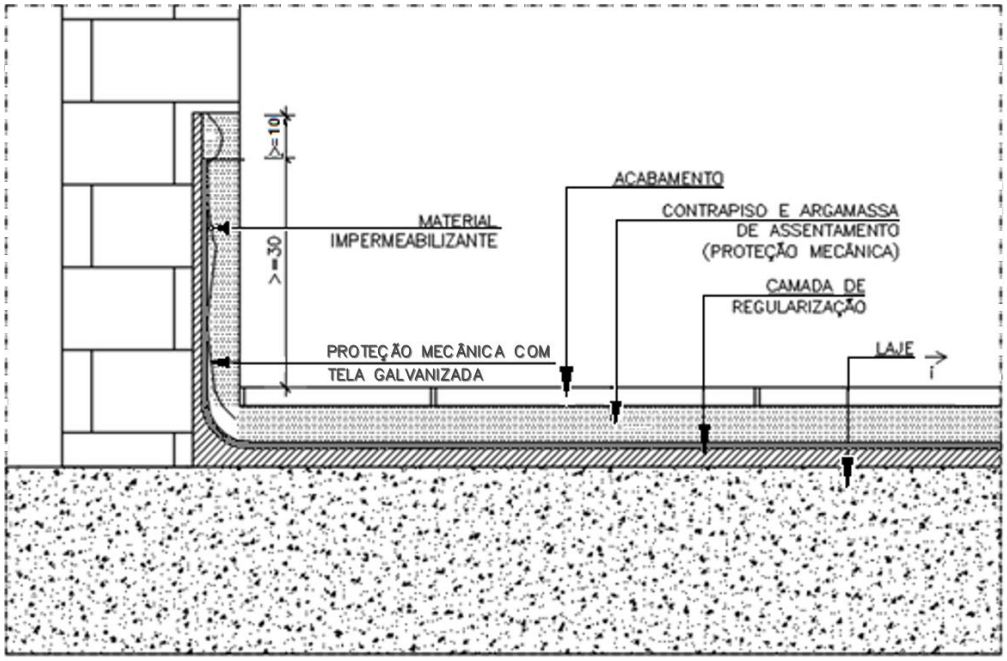


Figura 1 - Detalhe da impermeabilização de rodapés. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 01/07/2022.

É indispensável o arredondamento nos cantos entre planos horizontais e verticais. Também as arestas devem ser arredondadas. O raio de curvatura do arredondamento deverá ser no mínimo de 8 cm.

9.7.2 Especificações técnicas para execução de rodapés com tela de reforço

A impermeabilização de rodapés deverá ser estruturada com tela galvanizada, ultrapassando no mínimo 10 cm, após o final do material impermeabilizante a fim de se evitar fissuras neste ponto (Figura 2).

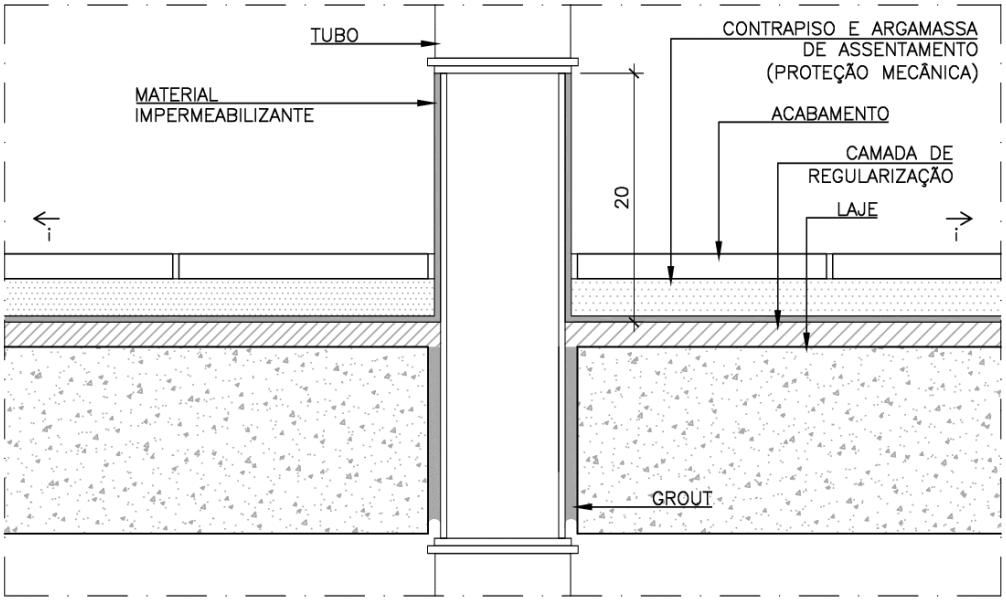


DETALHE – IMPERMEABILIZAÇÃO DE RODAPÉ COM TELA GALVANIZADA PARA ESTRUTURAÇÃO
SEM ESCALA

Figura 2 - Detalhe da impermeabilização de rodapés com tela de reforço. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 01/07/2022.

9.7.3 Peças que atravessam a impermeabilização

Quando houver tubo atravessando a laje a ser impermeabilizada, a estanqueidade poderá ser realizada, observando os detalhes da Figura 3.



DETALHE – IMPERMEABILIZAÇÃO DE TUBO PASSANTE
SEM ESCALA

Figura 3 - Tubos que atravessam a impermeabilização. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 01/07/2022.

9.7.4 Execução de ralos

A impermeabilização deve ser levada até dentro dos ralos, para evitar que haja infiltração entre a impermeabilização e a face exterior do ralo. Os ralos devem ser fixados com *grout* quando da execução da camada de regularização, devendo seu topo, preferencialmente, tangenciar a face superior da mesma. Caso o ralo tenha sido instalado faceando a laje, a camada de regularização deve ser suavemente rebaixada na região próxima ao ralo, até atingir a borda do mesmo. A impermeabilização deve ficar bem aderida à face interna ao ralo, para evitar a sucção da água por capilaridade.

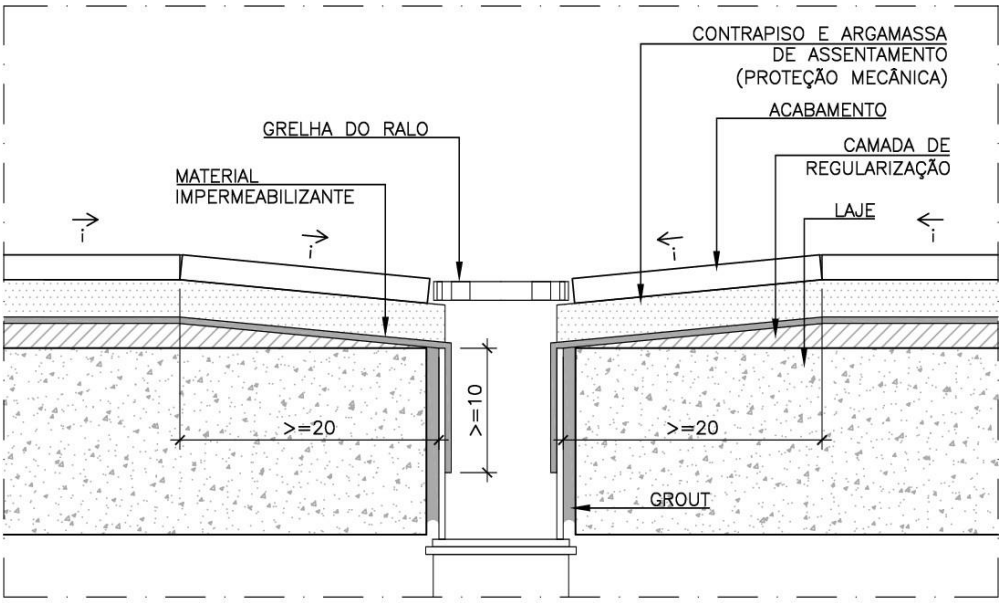


Figura 4 - Execução de ralos. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 01/07/2022.

9.7.5 Execução de soleiras

Nos locais limites entre áreas externas impermeabilizadas e internas, deve haver diferença de cota de no mínimo 6 cm e ser prevista a execução de barreira física limite da linha interna dos contra marcos, caixilhos e batentes para perfeita ancoragem da impermeabilização com declividade para as áreas externas. (Figura 5).

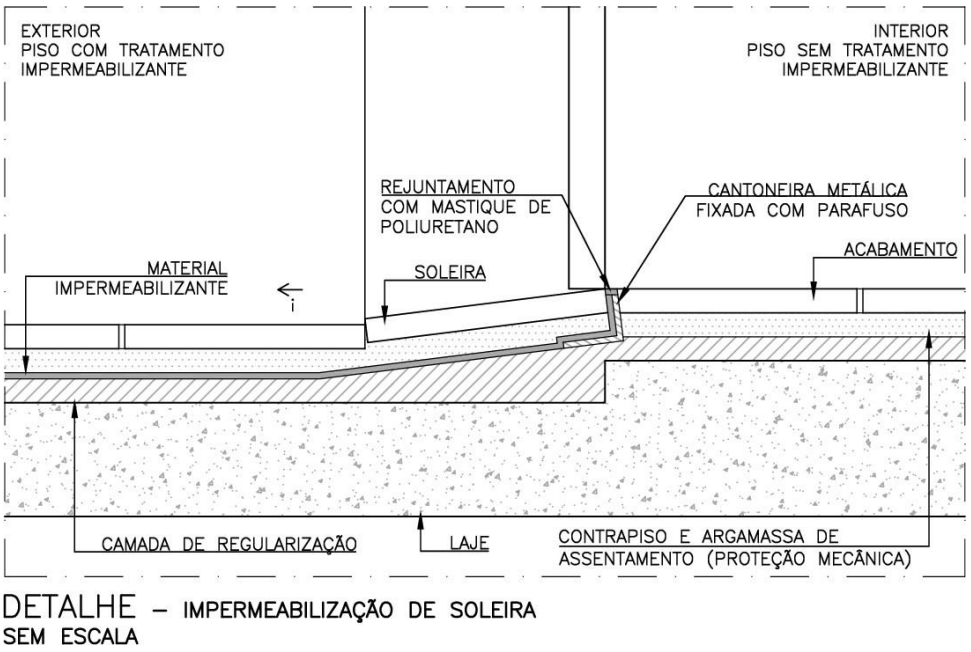


Figura 5 - Execução de soleiras. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 01/07/2022.

9.7.6 Execução de revestimento

No assentamento de revestimento de pedras ou peças cerâmicas a impermeabilização deve ter o trespasse mínimo e a proteção mecânica antes do assentamento conforme detalhe a seguir (Figura 6).

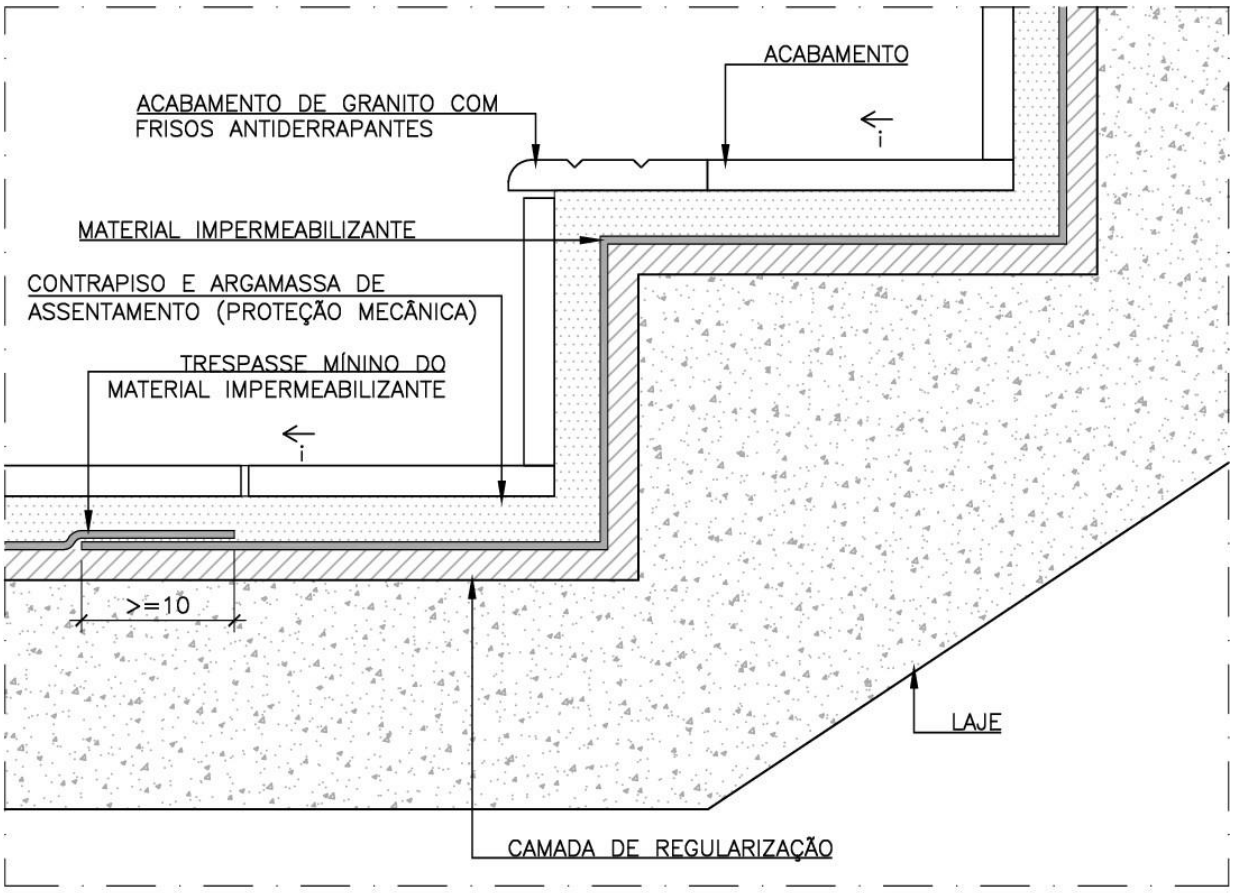


Figura 6 - Impermeabilização na execução de revestimentos. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 01/07/2022.

9.7.7 Impermeabilizante auto protegido

Mesmo ao utilizar materiais impermeabilizantes que não necessitam de camada de proteção mecânica (geralmente de base acrílica) deve ser executada a camada de regularização para garantir o caimento adequado (Figura 7).

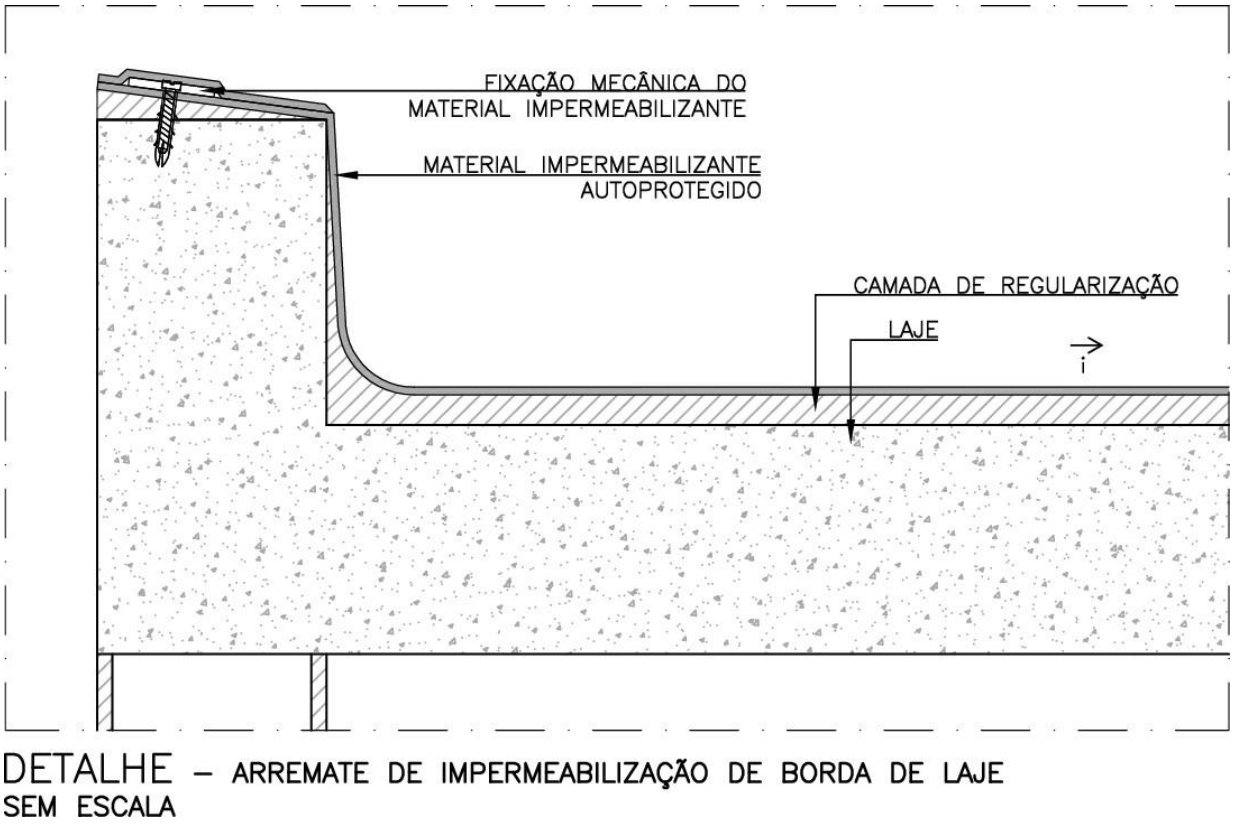


Figura 7 - Impermeabilização com material auto protegido. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 01/07/2022.

9.7.8 Especificações técnicas para execução de bordas de platibandas e piscinas

No arremate de impermeabilização das bordas, deverá ser executada uma camada mínima de cobrimento, com argamassa AC3 a fim de se evitar fissuras no caso de fachadas externas e vazamento no caso de bordas de piscina (Figura 8).

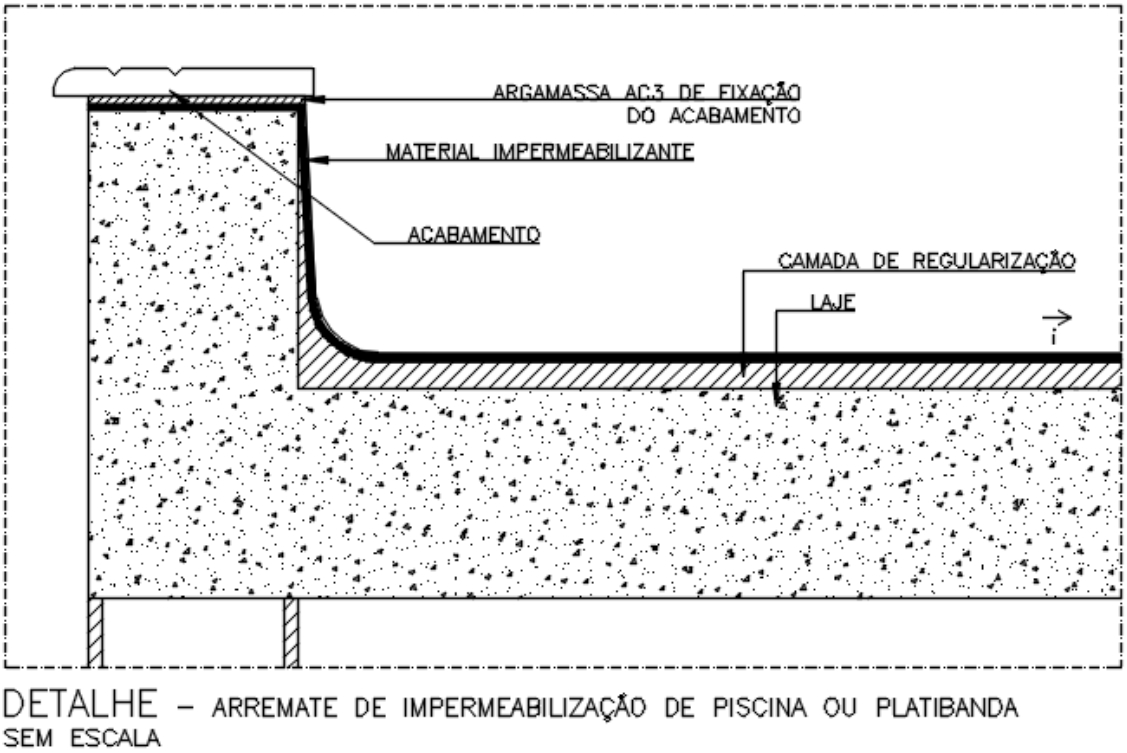


Figura 8 - Arremate de bordas de piscina ou platibanda. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 01/07/2022.

9.7.9 Especificações técnicas para juntas de dilatação

Quando, por conveniência técnica, existirem juntas de dilatação em superfícies a serem impermeabilizadas, estas devem receber tratamento adequado no sentido de torná-las estanques à passagem de sólidos, líquidos ou gases. Recomenda-se, portanto, o uso de selantes pré-fabricados ou moldados no local.

9.7.9.1 Selantes pré-fabricados

Estes selantes podem ser do tipo chapa galvanizada ou mata-juntas de PVC. Os selantes em chapa galvanizada são como um rufo e normalmente são usados no caso de junta de dilatação sobre vigas invertidas ou muretas.

9.7.9.2 Selantes moldados no local

Material de consistência pastosa, com cargas adicionais a si, adquirindo o produto final consistência adequada para ser aplicado em calafetações rígidas, plásticas ou elásticas.

Sua aplicação poderá ser feita com espátula ou pistola após limpeza da junta, que deve estar completamente isenta de falhas, rebarbas, materiais que impeçam seu fechamento, poeira, graxas, etc. Caso existam quinas quebradas, estas devem ser arrematadas com argamassa à base de epóxi.

A seguir é introduzido um limitador de profundidade com a finalidade de uniformizar a junta em dimensões apropriadas. Este limitador de profundidade poderá ser tiras de espuma rígida de poliuretano ou de poliestireno expandido, cordão de borracha ou mangueira plástica.

9.8 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

9.8.1 Medição

Os serviços de impermeabilização deverão ser apropriado e medidos por metro quadrado (m²), separando-se as etapas que fazem parte do serviço, que são: a camada de regularização; a impermeabilização propriamente dita, observando-se o tipo especificado; e a camada de proteção. Deverá ser considerada a área real impermeabilizada, descontando-se toda interferência e acrescentando se 30 cm de dobra vertical, nos encontros da manta com as paredes de periferia, da região de execução do serviço.

No caso de respaldos de alvenaria ou estrutura, será considerado o desenvolvimento da área impermeabilizada.

Os arrimos, reservatórios e piscinas serão levantados pelo desenvolvimento da área real a ser

impermeabilizada, descontando-se toda e qualquer interferência, sem nenhum acréscimo.

Os serviços de tratamento de juntas e demais estruturas, atendendo às determinações de projeto, devem ser medidos por metro (m), considerando o comprimento das mesmas assim como o tipo de material aplicado (ou conforme tipo de tratamento).

Os serviços de isolamento térmico, acústico e termoacústico serão medidos por metro quadrado (m²) de área efetivamente isolada, separando-se as etapas componentes do serviço: o isolamento propriamente dito e camadas de regularização e proteção, quando aplicáveis.

A aplicação de espuma de poliuretano em spray e jateamentos serão medidos em metro cúbico (m³) de material aplicado, considerando-se a espessura da camada aplicada.

O trespasse das mantas não será considerado acréscimo de área.

9.8.2 Pagamento

Será efetuado ao preço unitário contratual, que contempla o fornecimento e aplicação de todos os materiais e mão de obra, necessários à execução dos serviços, incluindo equipamentos e ferramentas, tais como, maçarico, gás, entre outros.

9.9 REFERÊNCIAS

CUNHA, Aimar Gonçalves. Impermeabilização e Isolamento Térmico, 1997. YAZIGI, Walid. A Técnica de Edificar, 2000.

Caderno de Encargos AGETOP - Agência Goiana de Transportes e Obras, 2004. NBR 9574:2008 - Execução de Impermeabilização.

NBR 9575:2010 - Impermeabilização - Seleção e Projeto.

MORAES, A. G.; REGAZZONI, R. D. Perícia e avaliação de ruído e calor passo a passo - Teoria e prática. Rio de Janeiro: 2002.