



PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO E LEVANTAMENTO DE CUSTOS DE EXECUÇÃO APLICÁVEIS À UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL NA CIDADE DE CASCAVEL-PR

ZAMPOL, Vitor Grapiglia¹
PAGANIN, Ricardo²

RESUMO

Para a execução de edificações é importante verificar os processos a serem utilizados na aplicação dos materiais impermeabilizantes. Nesse sentido, a elaboração de um projeto de impermeabilização torna-se relevante pois favorece a proteção da estrutura, evitando sua degradação e mantendo a qualidade de uso da edificação. Esse trabalho teve como objetivo desenvolver um projeto de impermeabilização e realizar o levantamento de custos de materiais para uma edificação na cidade de Cascavel-PR. Na análise do projeto foram definidos nove ambientes distribuídos nos quatro pavimentos da edificação a receberem a impermeabilização. A escolha do material e técnica de aplicação adequada foi definida de acordo com as particularidades de cada local. Foi realizado, posteriormente, o levantamento das quantidades de materiais necessários em função da área. O valor encontrado de custos de materiais totalizou R\$7.023,31, equivalente a 0,8% quando comparado ao valor da edificação. Sendo assim, há vantagem financeira em projetar e executar a impermeabilização correta, evitando adversidades e custos de reparo de uma impermeabilização inadequada ou inexistente.

PALAVRAS-CHAVE: Construção civil, Infiltração, Métodos, Planejamento.

1. INTRODUÇÃO¹

Na construção civil a etapa que impede a infiltração de água é denominada impermeabilização. Uma vez que protege a edificação de intempéries e evita o surgimento de manifestações patológicas, trata-se de uma etapa de suma importância e que garante o aumento da vida útil evitando o desgaste precoce da edificação. A falta de impermeabilização em construções é um dos fatores que mais acarretam transtornos e atrasos na entrega da obra (THOMAZ, 1996). Impermeabilizar basicamente corresponde à fase que evita a entrada indesejável de água e seus danos estruturais ou estéticos.

Apesar de estar diretamente ligada ao processo de construção, a água pode ser danosa à obra, visto que é a grande responsável por 85% dos problemas das edificações segundo levantamentos realizados junto a setores ligados à construção civil. Em cada um dos estados físicos da água (gasoso, líquido e sólido) tem um grau de agressividade (ARANTES, 2007). A degradação da estrutura como a lixiviação ou mesmo a corrosão de armaduras

¹ Discente, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR. Email: vitorzampol@hotmail.com

² Docente, Mestre em Engenharia de Energia da Agricultura, Engenheiro Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel – PR. E-mail: engpaganin@gmail.com.

consistem em problemas mais graves, mas a impermeabilização também pode impedir que danos visuais como goteiras, estragos da pintura e revestimentos de superfícies, descolamento de azulejos ou mesmo o aparecimento de bolores sejam percebidos. Como destaca Verçoza (1985), trata-se de um procedimento diretamente ligado à saúde e qualidade de vida dos moradores.

Seja por meio de materiais cimentícios, betuminosos ou poliméricos, as técnicas de impermeabilização estão relacionadas à qualidade da obra e não devem ser minimizadas. Contudo, por se tratar de uma metodologia tecnicamente recente, ainda necessita maior difusão. A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT aponta os primeiros registros normativos sobre métodos de impermeabilização na década de 70; mas relatos apontam o serviço de impermeabilização sendo feito desde a época da colônia, nas construções dos fortes pelos portugueses. A técnica utilizada era o emprego de óleo de baleia misturado com cal e areia, formando uma argamassa de grande durabilidade e baixa permeabilidade (BARBOSA, 2018).

Atualmente a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT dispõe de normas como a NBR 9574/2008e a NBR 9575/2010 e a NBR 9952/2007 que especificam os requisitos mínimos de padronização para a realização da prática e, ainda assim, a falta de impermeabilização é um dos problemas mais citados em obras de construção civil. Pelo fato de, na maioria das vezes, estar fora do alcance visual após a edificação estar concluída, geralmente a impermeabilização é negligenciada não sendo tratada com a necessária importância ou, até mesmo, não sendo utilizada (RIGHI, 2009).

Com essas informações, a justificativa para a realização dessa pesquisa é salientar a necessidade de diminuir os problemas que podem ser prevenidos desde a concepção do projeto, escolhendo e especificando onde e como utilizar os materiais impermeabilizantes, aumentando a durabilidade da edificação e a melhor qualidade de vida dos seus usuários.

Para tanto, a pergunta a ser respondida nessa pesquisa é: quais são as técnicas e materiais de impermeabilização adequados para determinada obra e qual seu custo de aplicação?

Esse estudo está limitado ao levantamento das técnicas e materiais que se aplicam à obra escolhida. O levantamento foi realizado a partir da avaliação do projeto arquitetônico de uma residência e sua comparação com as normas vigentes de projeto e execução de impermeabilização. Posteriormente, foi realizada a avaliação de custos aplicados para

realização do processo de impermeabilização da residência a partir da tabela do SINAPI (Sistema nacional de pesquisa de custos e índices). Restringe-se à pesquisa a seleção e projeto de impermeabilização, avaliação e escolha de técnicas e produtos aplicáveis, associada à estimativa de custos dos materiais de aplicação.

De acordo com todas as informações expostas anteriormente, esse trabalho teve como objetivo geral desenvolver um projeto de impermeabilização e levantar os custos de execução aplicáveis para uma edificação residencial na cidade de Cascavel – PR.

Salienta-se que para que esse trabalho científico possa ter pleno êxito, os seguintes objetivos específicos serão propostos:

- a) Levantar as características do projeto;
- b) Levantar os métodos de impermeabilização existentes;
- c) Apresentar um método de impermeabilização para a edificação;
- d) Especificar as características da solução adotada para a situação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 IMPERMEABILIZAÇÃO

A umidade é uma preocupação para o homem desde o tempo em que habitava as cavernas. O homem primitivo passou a se refugiar em cavernas para proteger-se de intempéries e percebeu que a umidade ascendia do solo e penetrava pelas paredes, o que tornava a vida dentro delas insalubre. Esses problemas fizeram com que o homem fosse aperfeiçoando seus métodos construtivos e isolando a sua habitação. A água, a abrasão e o calor foram e serão uma das principais causas de desgaste e depreciação das construções – principalmente a água dado o seu poder penetração (RIGHI, 2009).

De acordo com NBR 9575 (ABNT, 2010) impermeabilização – seleção e projeto, a impermeabilização na construção civil tem como objetivo impedir a passagem indesejável de águas, fluidos e vapores, podendo conte-los ou escoá-los para fora do local em que necessitamos proteger. Além de permitir a habitabilidade e a funcionalidade da edificação, a impermeabilização protege a obra de inúmeras patologias que se manifestam com a infiltração

de água. Dito isso, verifica-se que frequentemente, tanto o projeto de impermeabilização quanto a sua execução, não são analisadas com a devida importância (SIQUEIRA, 2018).

Em decorrência de umidades ocorrem atualmente nas obras as Manifestações Patológicas por falta ou má execução da impermeabilização, baixa qualidade dos impermeabilizantes empregados, escolha do material impermeabilizante errado, dimensionamento de escoamento de águas inadequado, execução inadequada das juntas, rachaduras, entupimentos de ralos e canos, ruptura da impermeabilização, mau acabamento entorno de ralos e nas passagens de tubulações, e diversos outros fatores. Além do mais, se faz necessário também a manutenção das impermeabilizações (SOUZA, 2008).

Entre os principais problemas em obras de construção civil, a falta de impermeabilização é sempre um dos mais citados. Pelo fato de, na maioria das vezes, estar fora do alcance visual após a edificação estar concluída, geralmente a impermeabilização é negligenciada não sendo tratada com a necessária importância ou, até mesmo, não sendo utilizada (VENTURINI, 2009). Segundo Silva (2018), os problemas com a má execução ou falta de impermeabilização nas etapas construtivas podem afetar até a qualidade de vida dos usuários, pois os ambientes ficam insalubres apresentando manchas, bolores, oxidação das armaduras, entre outros, podendo causar doenças respiratórias.

2.2 MATERIAIS E TÉCNICAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Rezende (1991), refere que o começo da utilização de impermeabilizantes na era moderna coincide com as primeiras obras efetuadas em concreto armado no início do século XX, notadamente após a introdução de novos conceitos arquitetônicos de Le Corbusier (1914), que resultaram em estruturas mais esbeltas trabalhando mais a flexão e menos a compressão, sendo exigidas novas técnicas de impermeabilização, com o intuito de absorver maiores movimentações estruturais. Segundo Porciúncula (2012), impermeabilizar é o ato de isolar e proteger os materiais de uma construção da passagem de líquidos e vapores. Consiste em uma técnica de aplicação de produtos específicos com o objetivo de assegurar as áreas de um imóvel contra a ação de águas.

Os tipos de materiais para impermeabilização podem ser divididos em dois tipos: rígidos ou flexíveis. Os impermeabilizantes rígidos só devem ser aplicados em elementos sem

risco de fissuras, como piscinas enterradas, caixas d'água enterradas, poços de elevadores, muros de arrimo, pisos em contato com o solo, subsolo e fundações. Já os flexíveis são passíveis de fissuração, e podem ser aplicados em lajes de cobertura, coberturas inclinadas, pisos industriais, terraços, abóbadas, reservatórios elevados, calhas de concreto, etc. (VIEIRA, 2018).

Por volta de 1930, foram formuladas as primeiras emulsões asfálticas dirigidas para impermeabilização, ainda utilizadas (MORAES, 2002). Alguns exemplos dessa linha é a Pintura Asfáltica *Acqua*, que é uma emulsão asfáltica hidrossolúvel desenvolvida para impermeabilizações sob a forma de pintura. É utilizada como pintura de proteção asfáltica para substratos cimentícios, vigas baldrame, cerâmica, madeira, superfícies metálicas, entre outros. Inibe presença de umidade nos elementos protegidos, oferece excelente aderência aos substratos e é de fácil aplicação (CATÁLOGO QUARTZOLIT, 2017); ou a Denver Imperblack, outra pintura asfáltica de grande aderência e alta resistência indicada para proteção de baldrames, fundações de concreto, impermeabilização para paredes de concreto ou alvenaria em direto contato com a terra. Ideal para fitas e mantas asfálticas, excelente aderência, secagem ultrarrápida, fácil aplicação a frio, com brocha, pincel ou *spray* (CATÁLOGO DENVER, 2018).

2.3 ELABORAÇÃO DO PROJETO

Conforme a NBR12190 (ABNT, 2001), a impermeabilização é definida como sendo a proteção das construções contra a passagem de fluidos. Contudo, essa não é a realidade que se constata nas obras, mas sim problemas no sistema de impermeabilização que criam a necessidade de avaliar sua origem, tipo e porque ocorrem, além de verificar o grau de conhecimento do meio técnico no assunto. Acerca de problemas que se constata, estão listados os principais responsáveis pelos insucessos na impermeabilização: falta de projeto; mão de obra desqualificada ou pouco treinada; uso de materiais não normalizados; preparação inadequada do substrato; caimentos para os coletores pluviais insuficientes; interferências de outros projetos na impermeabilização; trânsito sobre a impermeabilização; construção sobre a laje já impermeabilizada (MORAES, 2002).

A falta de um projeto de impermeabilização gera dificuldades na fiscalização do serviço, na indefinição dos materiais a serem utilizados e nos detalhes da preparação do substrato, ocasionando infiltrações em estruturas de concreto armado, corrosão em armaduras, comprometimento da habitabilidade, custos e transtornos ao usuário (MORAES, 2002).

Os sistemas impermeabilizantes devem atender à características específicas atendendo à uma ou mais das exigências contidas na NBR9575 (ABNT, 2010), descritos na sequência, com relação às cargas atuantes sob e sobre a impermeabilização, sendo essas dinâmicas ou estáticas, tais como:

- Puncionamento: ocasionado por impacto de objetos atuando perpendicular ao plano do sistema de impermeabilização;
- Fendilhamento: provocado devido impacto de objetos pontuais, rigidez ou dobramento do sistema impermeabilizante;
- Ruptura por tração motivada por esforços tangenciais ao plano de impermeabilização;
- Desgaste sendo esse devido à abrasão ocasionada por movimentos dinâmicos ou ação de intempéries;
- Descolamento: causado pela perda de aderência;
- Esmagamento proveniente de carregamentos ortogonais ao plano de impermeabilização (BRUSCHI, 2018).

2.4 LEVANTAMENTO DE CUSTOS

Picchi (1986), afirma que a impermeabilização é considerada um serviço especializado dentro da construção civil, sendo um setor que exige razoável experiência, no qual detalhes assumem um papel importante e onde a mínima falha, mesmo localizada, pode comprometer todo o serviço. O custo de uma impermeabilização pode girar em torno de 3% do valor total de uma obra, porém, gastos para restaurações quando essa é mal executada são superiores a 10% devido a perdas com os materiais de acabamento aplicados sobre a mesma (como os pisos nobres, etc.).

Há também altos custos de recuperação estrutural quando ocorre corrosão, por exemplo, das armaduras estruturais, causado pela não correção das falhas em tempo hábil (DENVER, 2008).

Se o custo da obra totalizar 100%, por exemplo, o custo total com a impermeabilização será de até 3%. Custo esse que, quando comparamos com os custos de reparos devido à falta ou má execução da impermeabilização, se torna mínimo. Seguindo o exemplo citado da obra totalizando 100%, os custos de reparo poderiam chegar a 15%, isso quando o problema não é irreparável (VEDACIT, 2010).

Para levantar os custos totais de uma obra deve-se considerar, com auxílio de ferramentas específicas para análise, o preço médio por m² de acordo com o padrão da obra. A Caixa Econômica Federal (CEF) fornece uma tabela de custos, a SINAPI, que é uma tabela de referência nacional. Os custos dos serviços contemplados pela tabela SINAPI variam de região para região, devendo se atentar para o estado em que será elaborado o orçamento e para a data de atualização da tabela (SILVA, 2016).

3. METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO

Foi realizado um estudo de caso com levantamento dos materiais e técnicas de impermeabilização aplicáveis a uma edificação residencial localizada no município de Cascavel no Paraná. Também foi feita uma estimativa de custos para a execução do projeto com base nos dados do SINAPI do mês de agosto de 2020.

3.1.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra foi delimitada a partir de um projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar, de alto padrão, com 353,5 metros quadrados de área construída e localizada na cidade de Cascavel – PR, e que possui quatro pavimentos (subsolo, térreo, superior e cobertura). O subsolo possui uma área de circulação para as escadas e uma instalação sanitária. No pavimento térreo, tem-se uma sala de estar, hall de entrada, espaço gourmet, copa/cozinha, varanda, área de serviço, estendal, área de circulação garagem, um quarto e duas instalações sanitárias. O pavimento superior, sendo uma área mais privativa, possui uma

suíte máster, duas suítes e uma sala. A cobertura conta com telhado de fibrocimento e algumas áreas com laje impermeabilizada. Nos apêndices A, B, C e D observam-se respectivamente a distribuição em planta baixa dos pavimentos subsolo, térreo, superior e cobertura.

3.1.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada de forma avaliativa com base no projeto arquitetônico disponível no formato de *software* AutoCAD, e os métodos aplicáveis e necessidades do projeto foram definidos de acordo com as referências bibliográficas publicadas em bases de dados de reconhecimento na área da Engenharia Civil. O *software* Excel também foi utilizado para delimitar e tabelar os dados coletados.

3.1.4 ANÁLISE DE DADOS

Foram utilizadas as normas NBR 9574, que trata da execução de impermeabilização; e a NBR 9575, que trata da seleção e projeto de impermeabilização para analisar a viabilidade das soluções encontradas.

Posteriormente foi utilizado o CUB-PR do mês de setembro para estimar o custo total da edificação e realizar a comparação com o custo dos materiais para execução da impermeabilização necessária para a edificação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DO PROJETO

Para o desenvolvimento de um projeto de impermeabilização, primeiramente é necessário ter conhecimento dos locais que precisam receber a impermeabilização. Foram identificados no projeto os locais e áreas a serem impermeabilizados:

- Vigas baldrame;
- Paredes em contato com o solo;

- Pisos em contato com o solo;
- Áreas frias (Cozinha, área de serviço e banheiros);
- Varandas e sacada técnica;
- Laje da caixa de água.

4.2 MATERIAIS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Considerando que para cada ambiente existe determinadas indicações para a utilização de métodos de impermeabilização, observou-se que diferentes métodos podem ser aplicados de acordo com as características do local. Sendo assim, foi elaborado o Quadro 1 que identifica o local, material e a justificativa da utilização da técnica escolhida para esse projeto.

Quadro 1: Definições de locais e materiais escolhidos no projeto de impermeabilização proposto para residência.

Local	Material	Justificativa
Vigas Baldrame, Paredes do Subsolo e Piso Subsolo	Argamassa polimérica	As argamassas poliméricas são indicadas para ambientes que não estão em exposição aos raios solares, e locais que não sofram movimentações. Portanto, são adequados a locais abaixo do nível do solo. Outro fator que levou a escolha desse material é a capacidade em atuar contra a água em pressão negativa. Argamassas poliméricas são materiais inorgânicos, não sofreram ataques de microrganismos presentes no solo.
Áreas frias - Cozinha - Área de serviço - Lavabos	Argamassa polimérica	Lavabos, cozinha e área de serviço também são locais que não estão em exposição aos raios solares e não sofrem movimentações, devido ao baixo tráfego apenas de pessoas. Argamassas poliméricas necessitam de proteção mecânica e aceitam assentamento direto de revestimentos utilizando argamassa AC III.

Quadro 1, continuação: Definições de locais e materiais escolhidos no projeto de impermeabilização proposto para residência.

Banheiros	Manta líquida acrílica	Para os banheiros, foram escolhidos impermeabilizantes de base acrílica e aplicação a frio. O material é de fácil aplicação e muito indicado para esses ambientes, pois forma uma película fina, impermeável e flexível. Outro fator favorável a esse sistema é que a proteção mecânica pode ser realizada diretamente com o revestimento, não necessitando um novo contra piso, pois aceita o assentamento direto utilizando argamassa do tipo AC III. É recomendado o reforço de tela poliéster no piso e saída do ralo, com caimento de 1% em direção ao mesmo. As paredes no interior do box também necessitam de impermeabilização até determinada altura, devido ao contato frequente com água proveniente de respingos.
Varandas e sacada técnica	Manta líquida acrílica	Mantas líquidas acrílicas, assim como a utilizada nos banheiros, são indicada para varandas e sacadas por serem flexíveis, característica importante em locais expostos a intempéries. É necessário o assentamento de revestimentos para permitir trânsito de pessoas e evitar a exposição aos raios solares.
Laje da caixa de água	Manta asfáltica	A manta asfáltica é recomendada para lajes que contém a caixa de água; um local onde o trânsito de pessoas é quase inexistente (somente em casos de manutenção). A manta deverá receber uma camada de contra piso armada, responsável pela proteção mecânica do sistema.

Fonte: Autor (2020).

É possível observar que com três diferentes materiais foi possível realizar o projeto de impermeabilização da residência, uma vez que a argamassa polimérica e a manta líquida acrílica são materiais muito versáteis e com características que abrangem a necessidade de locais distintos.

Uma das necessidades para a aplicação dos materiais impermeabilizantes aqui descritos é a preparação correta do local de aplicação. Para assegurar a máxima otimização do

processo de impermeabilização, é necessário garantir que todas as superfícies que irão receber o material se encontrem limpas, desimpedidas, isentas de pó, óleos e graxas antes do início da execução do serviço. Alguns aspectos inerentes à preparação da superfície, além da limpeza inicial da área determinada, também devem ser observados, como:

1. A superfície escolhida não deve se encontrar muito áspera ou absorvente;
2. Os poros não devem se encontrar fechados, isto é, não se recomenda que sejam superfícies brilhantes;
3. No caso de manifestações patológicas (fissuras, trincas, entre outras) encontradas, as mesmas devem ser tratadas previamente para que possa ser aplicada a camada de impermeabilização;
4. É necessário que seja feito a regularização da superfície com argamassa de cimento e areia, no traço 1:3, para que atenda a declividade especificada em direção às saídas de água e arredondamento de cantos.

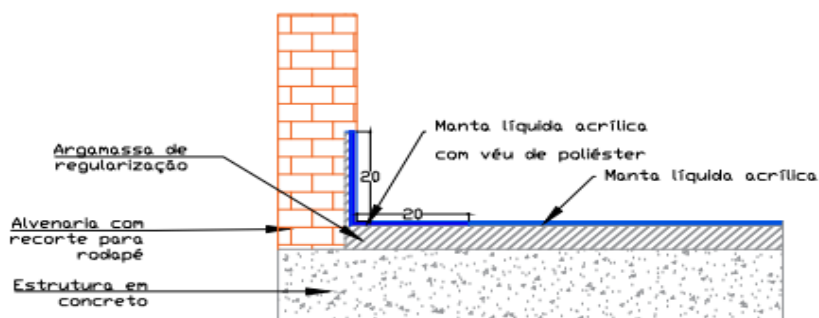
4.3 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

No Apêndice A tem-se a planta baixa do subsolo. Nesse pavimento foi proposto a impermeabilização com argamassa polimérica no piso e nas paredes, que por estarem em contato direto com o solo requerem uma aplicação de película mais espessa do que em outras áreas da residência. Para isso, faz-se necessário a aplicação de 3 demãos de material no piso e 4 demãos na parede, intercaladas com o tempo de secagem ao contato. Ressalta-se a importância da direção de aplicação da argamassa polimérica que deve ser cruzada em sentidos opostos, sendo fundamental que uma demão seja aplicada na horizontal e a posterior, na vertical.

No Apêndice B tem-se a planta baixa do térreo, que conta com três aposentos que irão receber a impermeabilização. Na varanda será utilizada manta líquida acrílica, uma vez que se trata de uma área exposta a intempéries e o material flexível permite uma maior dilatação térmica. A aplicação do material impermeabilizante no piso e no rodapé deve ser feita a frio, em duas demãos aplicadas em sentidos cruzados, intercalando o tempo de secagem requerido do material. É necessário um reforço com véu de poliéster nos rodapés da varanda como está detalhado na Figura 1 por se tratar de uma região de encontro da parede com o piso, gerando maior esforço ao material devido aos diferentes coeficientes de dilatação dos planos.

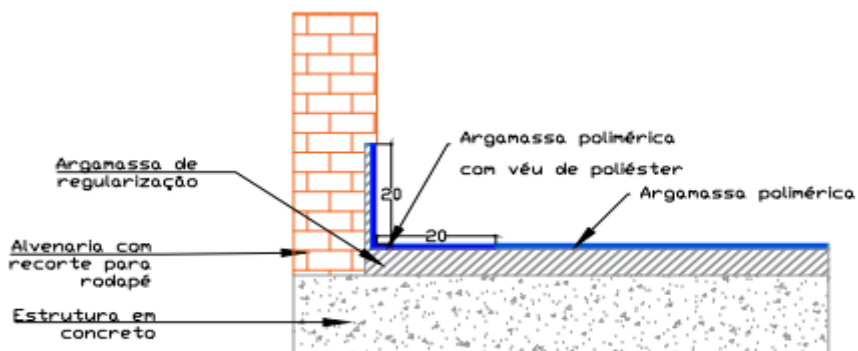
Para os cômodos da cozinha, área de serviço e lavabo será utilizada argamassa polimérica nos pisos e rodapés (Figura 2), por serem áreas que não contam com exposição solar, podem ser impermeabilizadas com material rígido. Para a aplicação, recomenda-se duas demãos cruzadas respeitando o tempo de secagem a contato.

Figura 1: Detalhe construtivo da aplicação do véu de poliéster nos rodapés com manta líquida acrílica.



Fonte: Autor, (2020)

Figura 2: Detalhe construtivo da aplicação do véu de poliéster nos rodapés com argamassa polimérica.

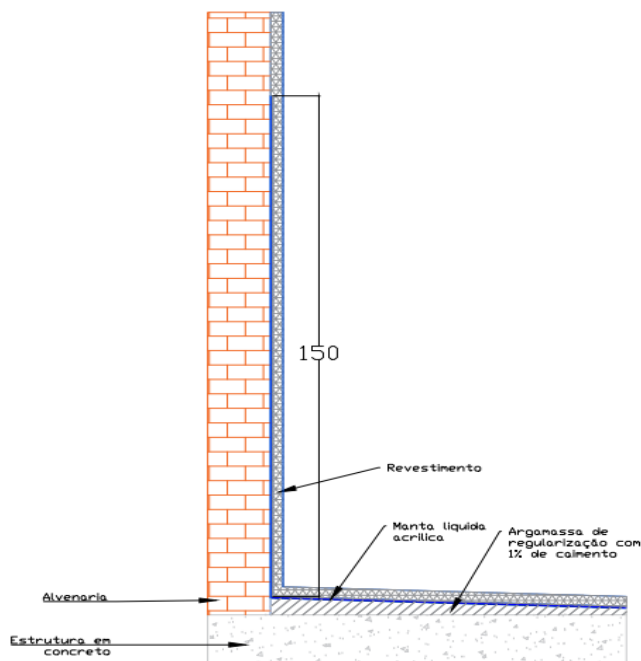


Fonte: Autor, (2020)

A planta baixa do pavimento superior (Apêndice C) conta com seis compartimentos que serão impermeabilizados com manta líquida acrílica. Na sacada e nas duas sacadas técnicas, a escolha do material é justificada pela exposição solar; e os três banheiros do pavimento requerem película flexível devido à alta incidência de umidade. Também é necessário que no interior do box dos banheiros, a aplicação da manta seja feita além da altura de rodapé como forma de prevenção do descolamento da cerâmica e demais manifestações

patológicas provenientes de infiltrações como manchas e bolhas na pintura da face posterior da parede, aparecimento de mofo e bolor, entre outros. No projeto foi padronizado a altura de 1,5m acima do nível do piso como representa a Figura 3. Em todas as acomodações do pavimento superior será realizada a aplicação em duas demãos cruzadas, seguidas de secagem a contato, além de ser indispensável a utilização do véu de poliéster nos rodapés de todos os ambientes onde existir encontro de planos piso e parede.

Figura 3: Detalhe construtivo de impermeabilização nas paredes do box.



Fonte: Autor, (2020).

Na planta de cobertura (Apêndice D), a laje da caixa d'água receberá primer asfáltico seguido de manta asfáltica. A necessidade do uso de aderente para a manta asfáltica está especificada na ficha técnica de aplicação do material, uma vez que não há a adesão do material impermeabilizante no substrato. A aplicação do primer será realizada com rolo em demão única. A manta asfáltica, por ser um impermeabilizante pré-moldado, deve ser aplicada a quente, com utilização de maçarico. Será necessária uma proteção mecânica via contra piso armado acima da manta, devido a carga pontual exercida pelo peso da caixa d'água.

4.4 CUSTO DOS MATERIAIS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

O cálculo das quantidades dos materiais de impermeabilização está disposto na Tabela 1, de acordo com os locais a serem impermeabilizados e suas respectivas áreas (em metros quadrados). O consumo de material por metro quadrado foi estimado de acordo com a especificação de cada produto, e foi calculado o consumo total de material por ambiente.

Tabela 1: Consumo de materiais por ambiente.

Ambiente	Área (m²)	Consumo	Consumo por local
Pisos dos banheiros	24,74	2 kg/m²	49,48 kg
Paredes do box dos banheiros	28,60	1,5 kg/m²	42,9 kg
Áreas Frias	31,75	1,5 kg/m²	47,63 kg
Viga baldrame	125,97	1,5 kg/m²	188,95 kg
Varandas e sacadas	28,47	2 kg/m²	56,94 kg
Parede de subsolo	98,6	4 kg/m²	394,4 kg
Piso subsolo	74,46	3 kg/m²	223,38 kg
Primer para manta asfáltica	23,27	0,4 L/m²	9,31 l
Laje caixa d'água	23,27	1,15 m²/m²	26,76 m²

Fonte: Autor, (2020).

A Tabela 2 descreve o uso total de materiais impermeabilizantes da edificação, disposto de acordo com o material de escolha, o ambiente a ser utilizado e a quantidade final requerida.

Tabela 2: Consumo total de materiais.

Material	Ambientes utilizados	Consumo do material por ambiente	Consumo total do material
Argamassa Polimérica	Viga baldrame	188,95 kg	854,36kg
	Parede de subsolo	394,4 kg	
	Piso subsolo	223,38 kg	
	Áreas frias	47,63 kg	
Manta Líquida Acrílica	Varandas e sacadas	56,94 kg	149,32kg
	Pisos dos banheiros	49,48 kg	
	Paredes do box dos banheiros	42,9 kg	
Manta Asfáltica	Laje de caixa d'água	26,76 m²	26,76 m²

Fonte: Autor, (2020).

Pode-se verificar um alto consumo de argamassa polimérica, especificamente nas vigas baldrame e no pavimento subsolo, que possui uma grande área em contato com o solo, que requer uma película de impermeabilização mais espessa, aumentando o consumo de material necessário para uma impermeabilização efetiva.

O levantamento do custo total dos materiais do projeto de impermeabilização descrito na Tabela 3 foi estimado de acordo com os valores encontrados no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices - SINAPI do mês de agosto de 2020, que propõe uma média de custo por unidade de material.

Tabela 3: Custo dos materiais de impermeabilização.

Material	Consumo Total	Preço (R\$)	Total (R\$)
Argamassa Polimérica	854,36 kg	2,31 por kg	1.973,58
Manta líquida acrílica	149,32 kg	23,44 por kg	3.500,07
Manta asfáltica 4mm	26,76 m ²	47,83 por m ²	1.279,94
Primer para manta asfáltica	9,31 L	16,11 por litro	149,99
Véu de poliéster	22,9 m ²	5,25 por m ²	120,23
		TOTAL	7.023,81

Fonte: Autor, (2020).

Pode-se analisar que existe uma alta diferença de custo por quilogramas nos materiais argamassa polimérica e manta líquida acrílica, essa diferença existe pelo fato da manta líquida ser composta de matéria prima que resulta em uma camada flexível. Esses materiais são necessários, porém possuem custo elevado.

4.5 COMPARAÇÃO DO CUSTO DE IMPERMEABILIZAÇÃO COM O CUSTO DA EDIFICAÇÃO

A Figura 4, retirada do Sinduscon-PR, mostra o valor por metro quadrado construído de acordo com a categoria na qual a edificação é classificada, destacado em vermelho.

Figura 4: CUB Agosto/2020.

VALORES EM R\$/m²

PROJETOS - PADRÃO RESIDENCIAIS

PADRÃO BAIXO			PADRÃO NORMAL			PADRÃO ALTO		
R-1	1.627,25	0,38%	R-1	1.997,75	0,29%	R-1	2.376,05	0,09%
PP-4	1.476,14	0,57%	PP-4	1.888,34	0,39%	R-8	1.929,65	0,32%
R-8	1.401,54	0,60%	R-8	1.626,97	0,43%	R-16	2.013,67	0,47%
PIS	1.145,39	0,43%	R-16	1.572,44	0,46%			

Fonte: Sinduscon, (2020).

O cálculo do valor do custo da edificação residencial analisada, que possui alto padrão de acabamento e área construída de 353,5m², foi calculado a partir do valor de R\$ 2.376,05 por metro quadrado, resultando em um valor final de R\$ 839.933,68 (oitocentos e trinta e nove mil novecentos e trinta e três reais e sessenta e oito centavos).

Considerando que o custo dos materiais utilizados na impermeabilização é de R\$ 7.023,81 e o custo da edificação está calculado em R\$ 839.933,68 pode-se determinar o percentual de custo dos materiais de impermeabilização. Portanto, o valor dos materiais de impermeabilização como 0,84% do valor da edificação. Essa margem se aproxima dos dados de Vieira (2003), que avalia o custo de impermeabilização na construção civil girando aproximadamente entre 1% a 3% do custo total da obra.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a elaboração do projeto realizado nesse trabalho, foi observado que a análise prévia dos materiais e técnicas disponíveis, assim como a definição das áreas que necessitam de impermeabilização, oferece benefícios a curto e longo prazo para a edificação. Além de garantir maior longevidade ao imóvel, o correto planejamento da impermeabilização permite encontrar soluções que se adequam às necessidades de cada ambiente da edificação.

Quanto aos custos estimados dos sistemas de impermeabilização empregados nessa residência, verificou-se que representam aproximadamente 0,84% dos custos totais da edificação. Esse valor aproxima-se ao valor da bibliografia citada que propõe uma porcentagem do custo de materiais variável entre 1% e 3%.

Conclui-se, portanto, que a elaboração de um projeto de impermeabilização pode oferecer benefícios em relação ao uso e desempenho da edificação, conferindo assim menos



risco e maior qualidade de vida ao usuário; além de ofertar uma ampla vantagem financeira ao proprietário do imóvel.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Y. K. **Uma visão geral sobre impermeabilização na construção civil**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9952 – Manta asfáltica para impermeabilização**. São Paulo, 2007.

_____. **NBR 9574 – Execução de impermeabilização**, Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 9575 – Impermeabilização- Seleção e Projeto**, Rio de Janeiro, 2010.

BARBOSA, R. M. E. **Patologia da impermeabilização de edificações: aspectos técnicos e metodológicos**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

BRUSCHI, A. L. Z. **Diretrizes para elaboração de um projeto de impermeabilização aplicado em residência unifamiliar**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

DENVER. **Manual de Impermeabilização**. Brasil, 2008.

MORAES, C. R. K. **Impermeabilização de lajes de cobertura: Levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

PICCHI, F. A. **Impermeabilização de coberturas**. Editora Pini. São Paulo, 1986. 220p.

PORCIÚNCULA, E. **A importância do projeto de impermeabilização**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento de Arquitetura – Fórum da construção, 2014.

REZENDE, P. I. **O prazo de garantia relativo a restauração do serviço de impermeabilização**. Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, São Paulo, 1991.

RIGHI, G. V. **Estudo dos Sistemas de Impermeabilização: patologias, prevenções e correções – Análise de Casos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2009.

SILVA, F. L. **Manifestações patológicas causadas pela ausência ou falha de impermeabilização**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 11, Vol. 01, pp. 76-95. Centro Universitário do Norte, Manaus, 2018.



SILVA, M. P. **Tutorial para elaboração de planilha orçamentária sintética dos custos de uma infraestrutura utilizando base de preços SINAPI.** XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2016.

SIQUEIRA, V. **Impermeabilização em obras de construção civil.** Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2018.

SOUZA, J.C.S.; MELHADO, S.B. **Diretrizes para uma metodologia de projeto de impermeabilização de pisos do pavimento tipo de edifícios.** Congresso Latino-Americano Tecnologia e Gestão Na Produção de Edifícios: Soluções Para o Terceiro Milênio, São Paulo, 1998.

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pelas umidades nas edificações.** Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios.** Editora Pini, São Paulo, 1996.

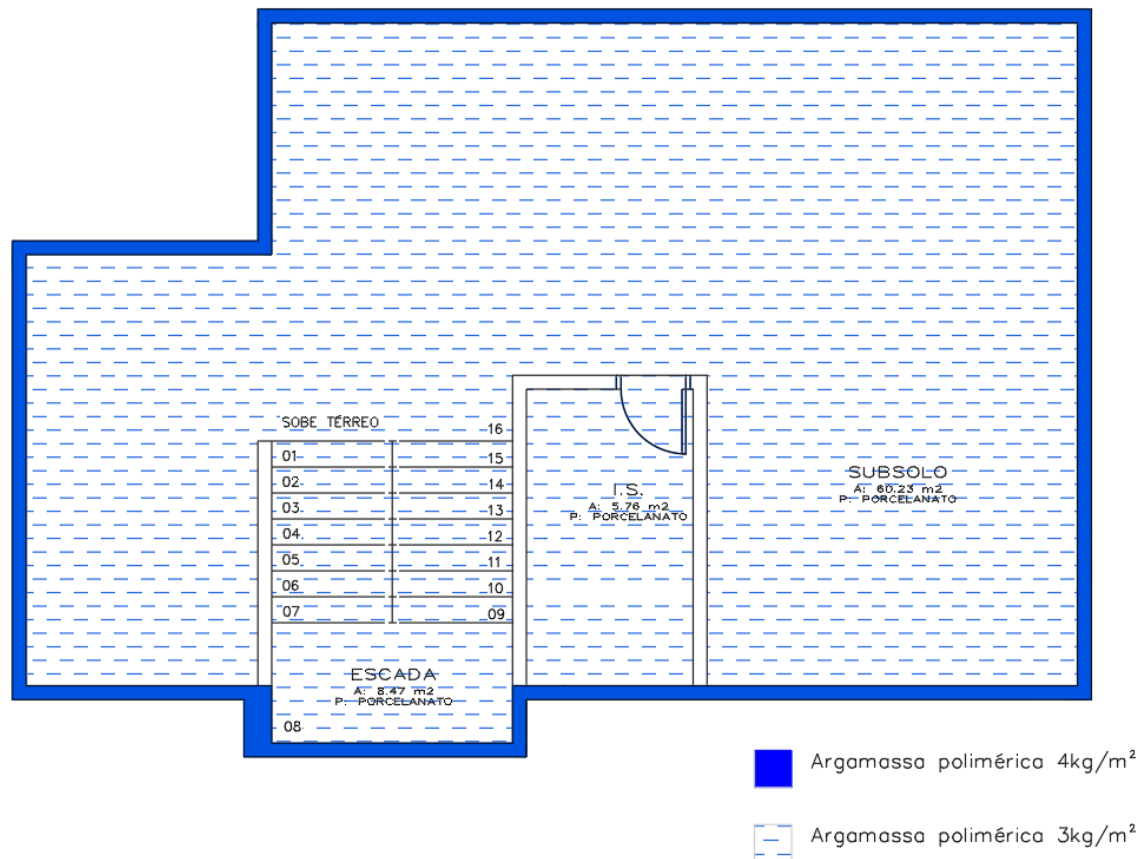
VEDACIT. **Manual Técnico de Impermeabilização de Estruturas.** 6ª Ed, Brasil, 2010.

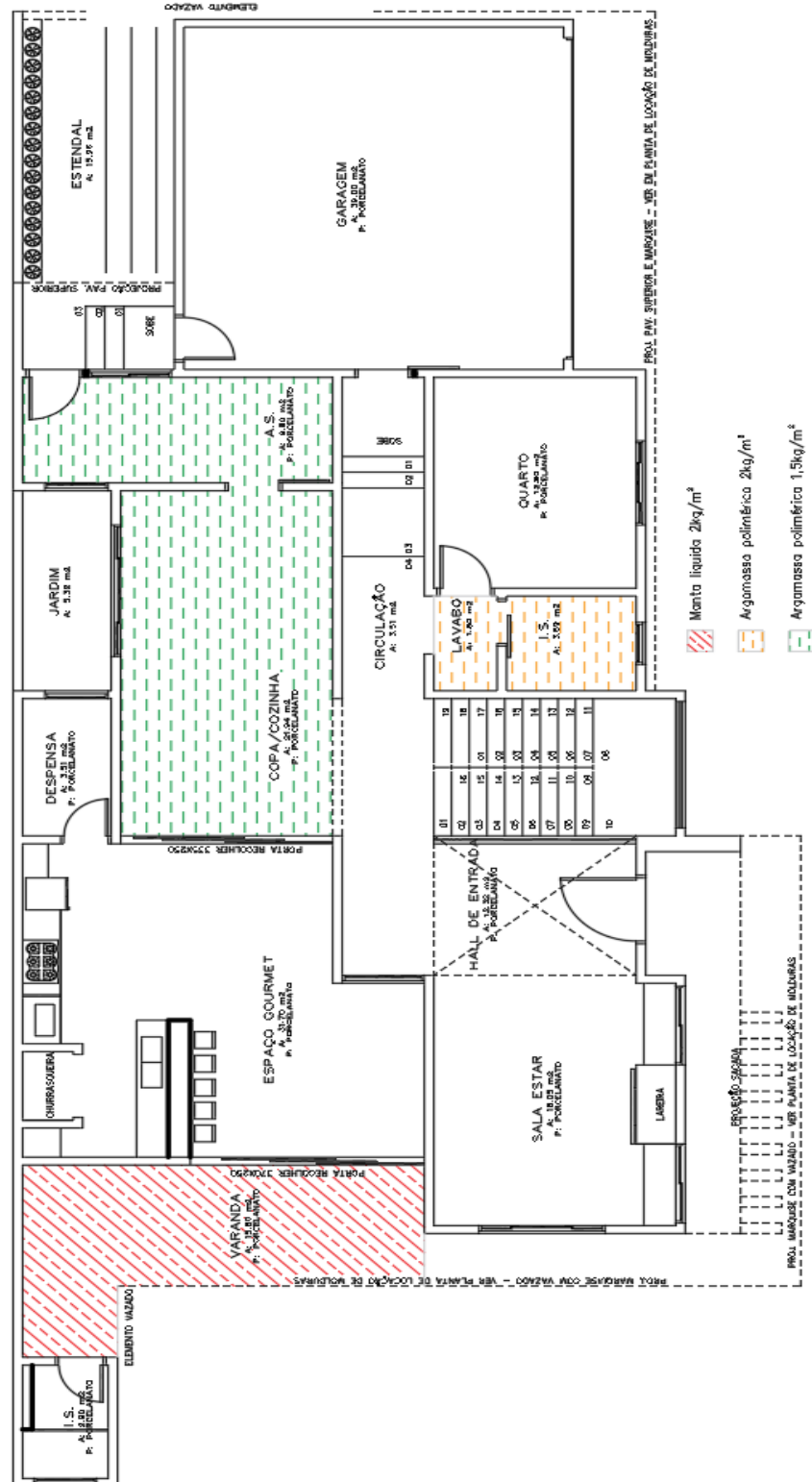
VERÇOZA, E. J. **Impermeabilização na Construção.** 1ª edição. SAGRA. Porto Alegre, 1985.

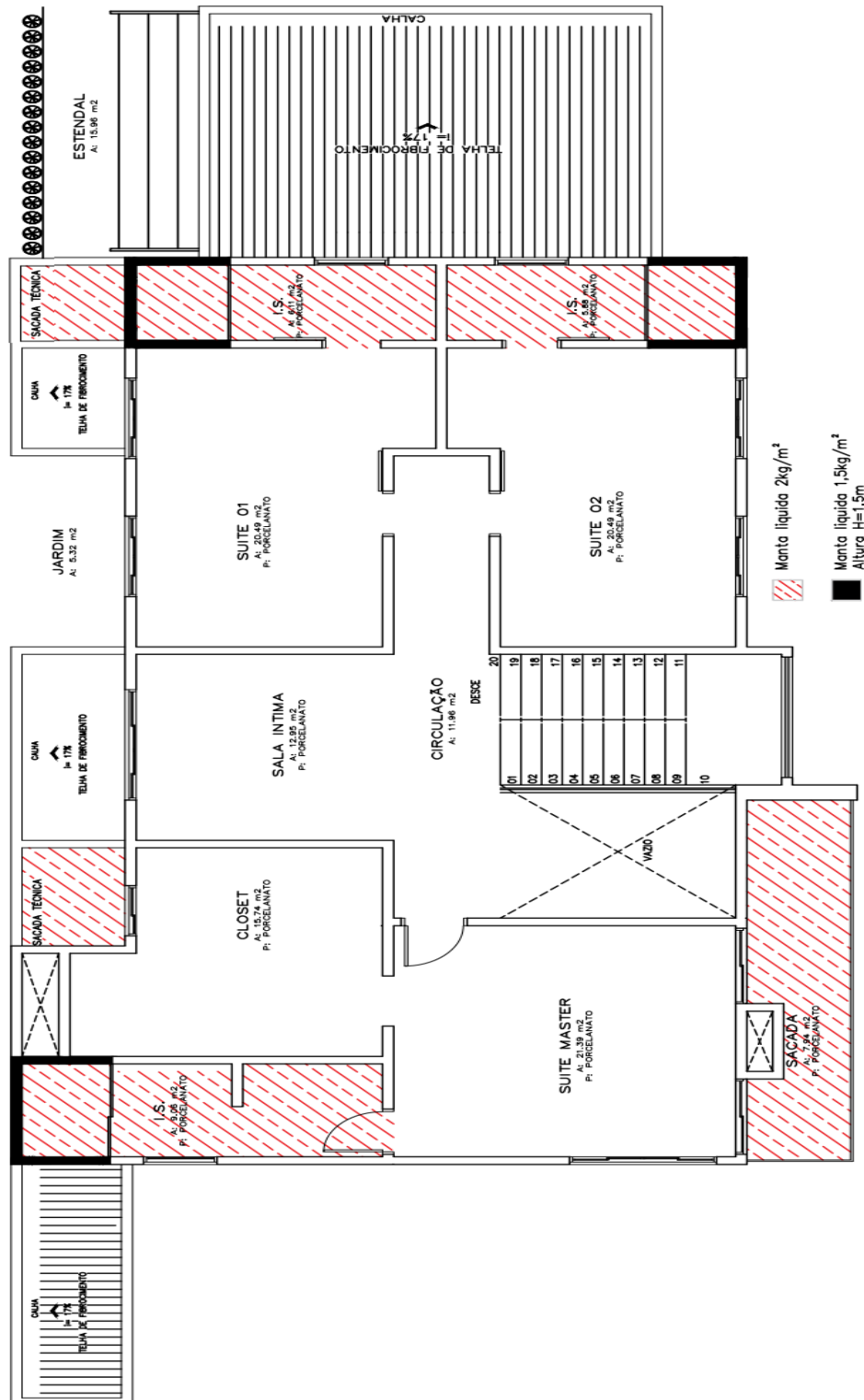
VIEIRA, J. K. **Aplicação de mantas asfálticas na impermeabilização de lajes de cobertura.** IV Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2003.

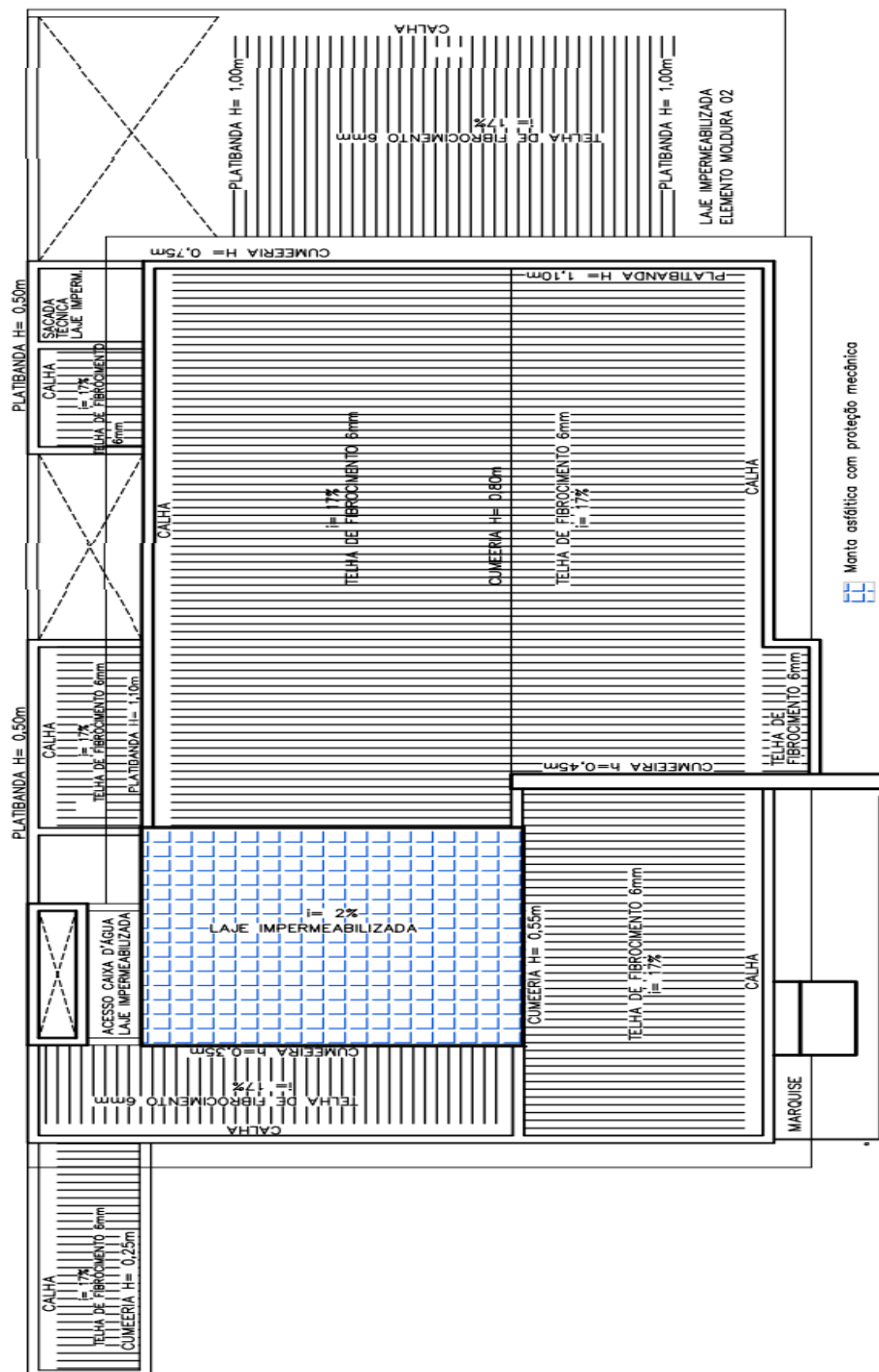
VIEIRA, L. F. B. **Sistemas Impermeabilizantes Na Construção Civil.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, Ano 03, Ed. 12, Vol. 01, pp. 05- 17. Centro Universitário do Norte, Manaus, 2018.

APÊNDICE A - PLANTA BAIXA SUBSOLO COM PROPOSTA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

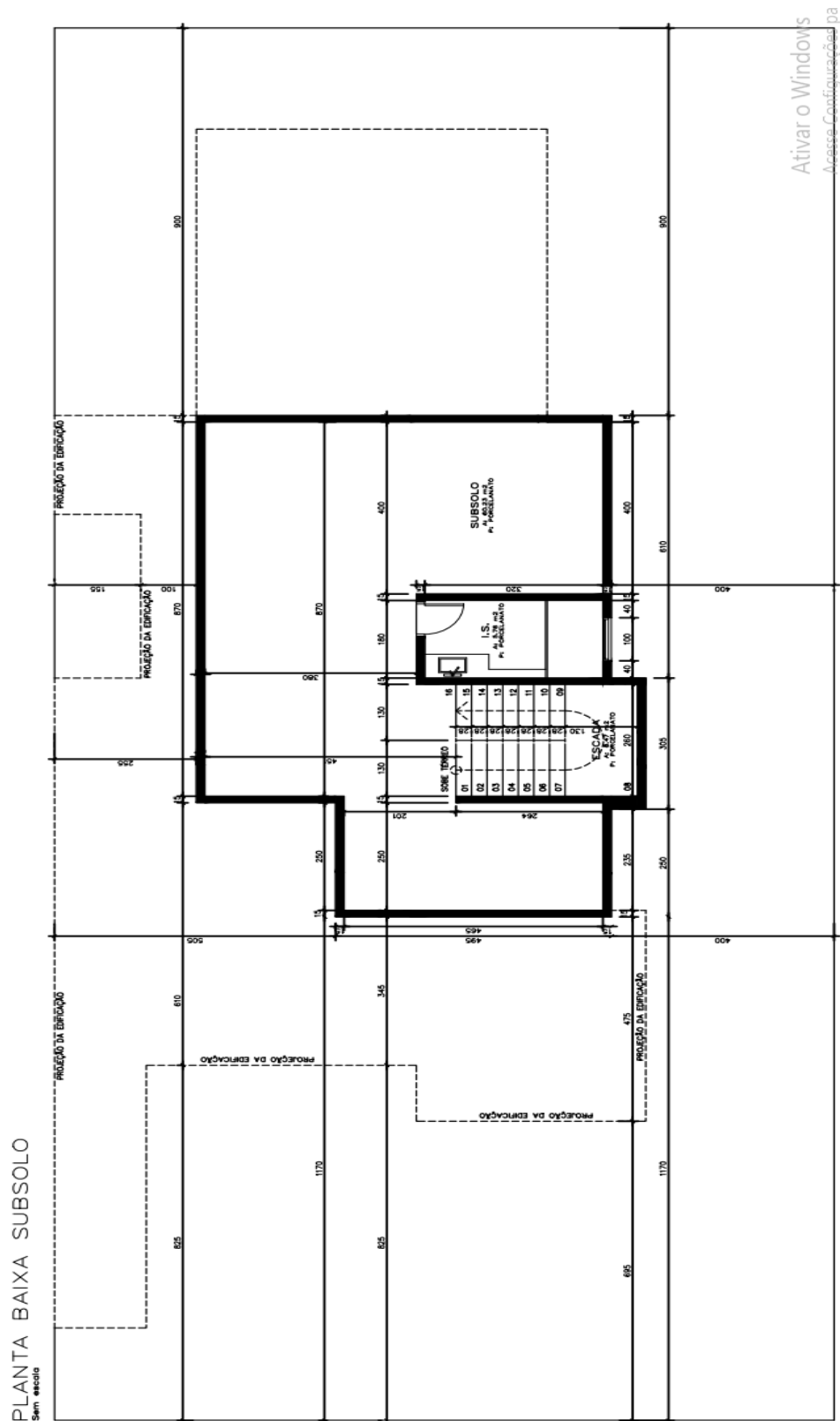




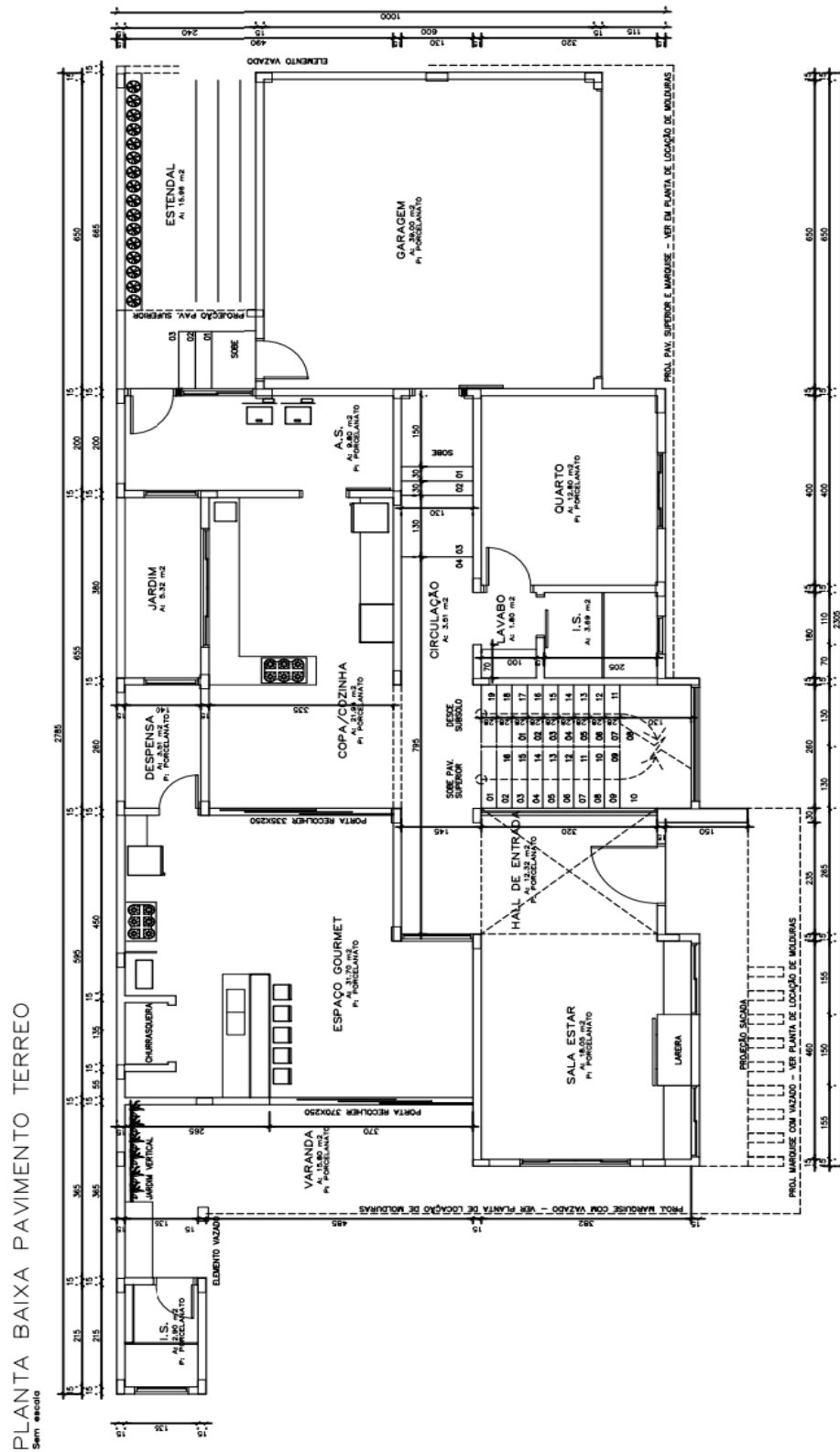


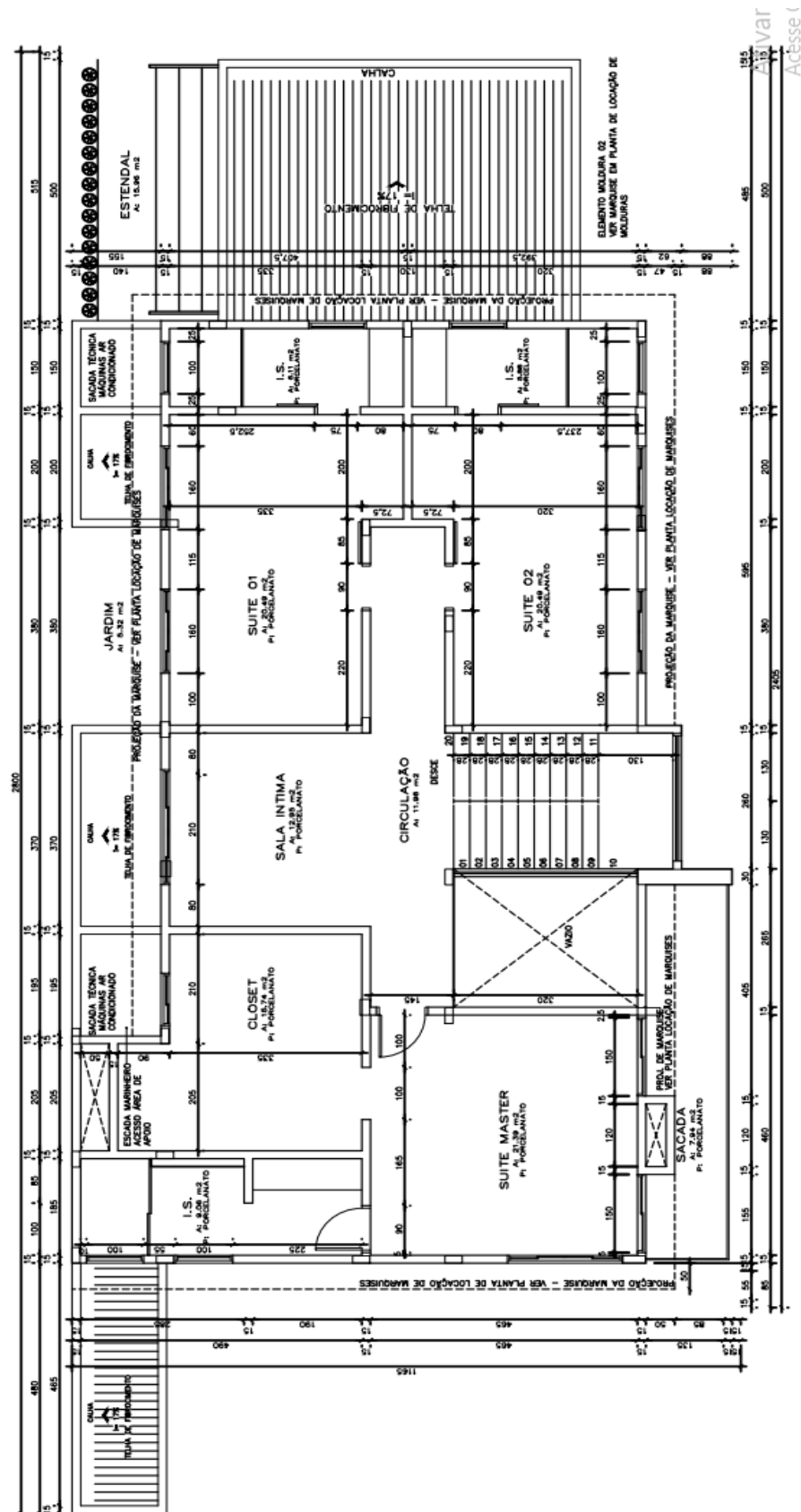


ANEXO A - PLANTA BAIXA DO SUBSOLO



ANEXO B – PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO TÉRREO





ANEXO D – PLANTA BAIXA DE COBERTURA

PLANTA DE COBERTURA
Sem escala

