

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
GIAN CARLOS BORTOLINI VALLI

ELABORAÇÃO DO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE UMA
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM CASCAVEL-PR

CASCAVEL - PR

2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
GIAN CARLOS BORTOLINI VALLI

**ELABORAÇÃO DO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE UMA
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM CASCAVEL-PR**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Profª. Orientadora: Engenheira Civil Dra. Ligia Eleodora Francovig Rachid

CASCAVEL - PR

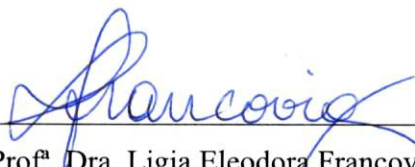
2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
GIAN CARLOS BORTOLINI VALLI

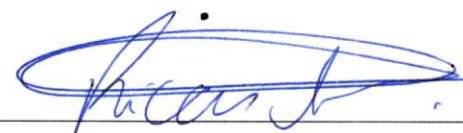
ELABORAÇÃO DO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE UMA
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM CASCAVEL-PR

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação da Professora Dra. Ligia Eleodora Francovig Rachid.

BANCA EXAMINADORA


Orientadora: Prof^ª. Dra. Ligia Eleodora Francovig Rachid
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheira Civil


Mestre Andrea Resende Souza
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheira Civil


Especialista Ricardo Paganin
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil

Cascavel/PR, 07 de junho de 2017.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, pelo amor infinito e compreensão,
fontes de minha extrema motivação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela força em minha vida.

A minha família por entender minha ausência diária durante esta longa caminhada.

A minha professora orientadora por ter desempenhado papel exemplar no norteamento deste trabalho.

Agradeço a Empresa Cabral & Cabral Ltda. – ME, por proporcionar a coleta dos dados necessários para o desenvolvimento deste trabalho.

EPÍGRAFE

“Na Engenharia, obra cara, é aquela que é mal executada.”
Marcelo Galimberti Nunes.

RESUMO

A impermeabilização é uma das etapas mais importantes para isolar a umidade com o objetivo de diminuir as manifestações patológicas provocadas pela percolação da água. Gastos indesejáveis e inúmeros problemas associados a impermeabilização, podem ser evitados, através de um bom projeto, prevenindo danos e gerando economia no decorrer de uma construção. O objetivo deste trabalho foi elaborar um projeto de impermeabilização e apontar os ambientes que devem ser impermeabilizados, indicando alternativas e detalhamentos e finalmente estimar o custo total deste sistema. O custo da implantação da impermeabilização na edificação representou 3,44% do custo total da obra. No projeto de impermeabilização, foram utilizados produtos adequados para cada ambiente, os quais são ofertados por empresas especializadas, considerando também a viabilidade dos valores dos materiais. A vida útil de uma edificação está relacionada a uma eficiente execução da impermeabilização. Com a elaboração do projeto de impermeabilização analisou-se com antecedência os produtos mais adequado e mais viável para cada tipo de ambiente e reforçou-se o cuidado que se deve ter na aplicação dos produtos, considerando cada detalhamento que poderiam causar problemas de infiltração futuramente.

Palavras chave: Sistemas de impermeabilização. Custos de impermeabilização. Projeto de impermeabilização.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principais efeitos de problemas de impermeabilização.	19
Figura 2: Modelo de tabela para quantitativo dos sistemas de impermeabilização.....	26
Figura 3: Modelo de tabela para orçamento do projeto de impermeabilização.....	27
Figura 4: Detalhe B/B – circulação de veículos.	29
Figura 5: Detalhe K/K – instalação sanitária.....	29
Figura 6: Detalhe G/G – ralo.	30
Figura 7: Impermeabilização ralo com manta asfáltica.....	31
Figura 8: Custo da obra e custo da impermeabilização.	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Consequências da umidade em cada área da edificação.....	20
Tabela 2: Tipos de projetos de impermeabilização.	21
Tabela 3: Sistemas de impermeabilização.....	23
Tabela 4: Orçamento projeto impermeabilização.....	33
Tabela 5: Reajuste do orçamento residencial.	34

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	12
1.1. INTRODUÇÃO	12
1.2. OBJETIVOS	13
1.2.1. Objetivo geral	13
1.2.2. Objetivos específicos	13
1.3. JUSTIFICATIVA	13
1.4. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	14
1.5. FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE	14
1.6. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	15
CAPÍTULO 2	16
2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1.1. Atuação da água nas edificações	16
2.1.2. Manifestações patológicas que causam infiltrações	19
2.1.3. Manifestações patológicas ocasionadas pela umidade	19
2.1.4. Projeto de impermeabilização	21
2.1.5. Sistemas impermeabilizantes	22
CAPÍTULO 3	25
3.1 METODOLOGIA	25
3.1.1. Coleta de dados	25
3.1.2. Caracterização do local	26
3.1.3. Quadro de quantidades	26
3.1.4. Orçamento	27
3.1.5. Análise dos dados	27
CAPÍTULO 4	28
4.1. RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
4.1.1. Pavimento subsolo	28
4.1.2. Pavimento térreo e superior	29
4.1.3. Pavimento cobertura	30
4.1.4. Detalhes construtivos	30
4.1.5. Orçamento	32
CAPÍTULO 5	36
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36

CAPÍTULO 6.....	37
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	37
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE A – DETALHAMENTO 1	41
APÊNDICE B – DETALHAMENTO 2.....	43
APÊNDICE C – DETALHAMENTO 3	45
APÊNDICE D – PLANTA BAIXA SUBSOLO	47
APÊNDICE E – PLANTA BAIXA TÉRREO	49
APÊNDICE F – PLANTA BAIXA SUPERIOR.....	51
APÊNDICE G – PLANTA BAIXA COBERTURA	53
APÊNDICE H – QUANTITATIVO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO ..	55
APÊNDICE I – ORÇAMENTO PROJETO IMPERMEABILIZAÇÃO	56
APÊNDICE J – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA E DE ACABAMENTO	57
ANEXO A – ORÇAMENTO RESIDENCIAL RESUMIDO	60

CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUÇÃO

Desde os tempos primitivos impedir a passagem indesejável de águas, fluídos e vapores sempre foi uma batalha para o homem. Quando habitava cavernas a preocupação com a umidade que ascendia do solo e penetravam nas paredes era constante, pois tornava a vida dentro delas insalubre. Para evitar tal agressividade, métodos construtivos foram surgindo e aprimorados, com o objetivo de isolar suas habitações. No entanto, a água em particular, sempre foi sua principal preocupação, graças ao seu extraordinário grau de penetração.

Ainda hoje, a umidade é uma grande vilã para a construção civil, e combatê-la é um grande desafio a ser encarado, devido a isso, a impermeabilização se torna uma etapa de extrema importância na construção civil, prevenindo as edificações de problemas patológicos e proporcionando ambientes mais salubres e adequados a prevenção de doenças respiratórias (OLIVEIRA, 2010).

Contudo, esta etapa é esquecida ou pouco lembrada na execução de uma obra, ocasionando gastos indesejáveis e inúmeros problemas associados às impermeabilizações podendo ser encontrados e eliminados ao se planejar, já nos primeiros estágios de uma construção. Um bom projeto de impermeabilização pode ajudar a prevenir estes danos e até mesmo gerar economia no decorrer de qualquer construção.

Muitos engenheiros e arquitetos estão mais preocupados com a redução de custos, tempo e a aparência final da obra e os métodos de execução são deixados para segundo plano, confiando apenas na mão de obra contratada. Entretanto, a qualificação desta mão de obra nem sempre é das melhores e mais confiáveis, o que gera muita dor de cabeça futuramente, já que o mercado da construção civil é informal, os trabalhadores dificilmente são certificados para atuar em suas áreas, geralmente sua prática é adquirida no dia a dia, contudo, depois da publicação da norma NBR 15575/2013 – Desempenho, a busca por profissionais qualificados está aumentando gradativamente (STORTE, 2011).

Para mostrar a relevância da correta impermeabilização, foi elaborado um projeto de impermeabilização para uma residência unifamiliar, para demonstrar os procedimentos de aplicação dos materiais e os custos.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

Elaborar um projeto de impermeabilização de uma residência unifamiliar.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Apontar os elementos de cada ambiente que serão impermeabilizados conforme as normativas pertinentes;
- b) Indicar as alternativas de impermeabilização para cada elemento considerando materiais disponíveis no mercado;
- c) Estimar o custo da obra, para determinar o percentual da impermeabilização em relação ao custo da mesma.

1.3. JUSTIFICATIVA

Na construção civil, a elaboração de projetos para cada etapa da obra proporciona economia, sem comprometer a qualidade e eficiência da edificação.

Ao realizar qualquer projeto, deve ser levado em conta o método construtivo mais viável e adequado a ser utilizado, evitando gastos desnecessários que possam comprometer futuramente o cronograma da obra e até mesmo a continuação da mesma. Com isso, um planejamento antecipado e bem realizado, previne despesas e danos futuros para o empreendedor.

Considerado de extrema importância, entretanto, deixado de lado por muitos, o projeto de impermeabilização e sua correta execução, prolonga a vida útil da edificação, evitando inúmeras patologias e despesas decorrentes de suas correções.

De acordo com Righi (2009), “quanto maior o atraso para o planejamento e execução do processo de impermeabilização mais oneroso o mesmo ficará, chegando a custar até 15

vezes mais, quando o mesmo é executado depois que o problema surgir e o usuário final estiver habitando o imóvel”.

Em relação ao custo da implantação da impermeabilização em uma edificação, este representa em torno de 1 a 3% do custo total da obra. Contudo, a inadequada utilização da mesma pode acarretar custos de reimpermeabilização na base de 5% a 10% do custo da obra, englobando quebra de pisos, revestimentos, argamassas, etc., sem considerar custos relacionados a patologias mais graves e transtornos ocasionados pela readequação do local (OLIVEIRA, 2010).

Atualmente, nos canteiros de obras, a falta de mão de obra especializada e o pouco conhecimento de técnicas especiais de impermeabilização, podem acarretar falhas, onde o mínimo erro pode comprometer todo serviço. Um projeto bem elaborado e fiscalizado por profissionais capacitados diminuem os riscos destas falhas no processo construtivo.

Com o lançamento da norma NBR 15575/2013 – Desempenho espera-se que haja uma mudança nas atitudes de engenheiros e arquitetos, projetistas e peritos, para este novo cenário. Destaca-se que nesta norma a impermeabilização é levada mais à sério, pois os materiais e processos construtivos são amplamente discutidos, projetos melhores especificados e aplicação mais rigorosa visando a estanqueidade e salubridade da edificação.

Para o melhor entendimento dos processos de impermeabilização e sua importância, foi elaborado o projeto de impermeabilização verificando-se a viabilidade dos sistemas de impermeabilização em uma obra e apresentando os custos e a incidência deste serviço na mesma, incentivar profissionais a utilizarem de forma adequada os processos de cada sistema, para evitar gastos oriundos de problemas patológicos futuros ocasionados pela inadequada utilização dos procedimentos ideais.

1.4. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A elaboração do projeto de impermeabilização é suficiente para atingir a desempenho necessário do sistema em relação ao custo-benefício?

1.5. FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

Elaborar um projeto de impermeabilização é a maneira mais eficiente para atingir a desempenho necessário do sistema em relação ao custo-benefício.

1.6. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Os sistemas de impermeabilização e suas técnicas de aplicação são delimitados ao mercado brasileiro, seguindo sempre as normas técnicas relacionadas aos mesmos.

Também foi considerada a NBR 15.575 (2013), na parte 1 “Requisitos Gerais”, que determina os requisitos mínimos a serem atendidos pelas edificações habitacionais em relação às fontes de umidades externas, derivadas da água de chuva e da umidade do solo e do lençol freático, com a impermeabilização de fundações e pisos em contato com o solo, porões e subsolos, jardins contíguos às fachadas e quaisquer paredes em contato com umidade ascendente.

A NBR 9575 (2010) foi considerada neste trabalho, pois expõem as exigências e indicações referentes à seleção e projeto de impermeabilização, para que sejam atendidos os requisitos mínimos de proteção da construção contra a passagem de fluídos, bem como os requisitos de salubridade, segurança e conforto do usuário, garantindo a estanqueidade dos elementos construtivos. Outra norma que foi levada em consideração foi a NBR 9574 (1986) que estabelece as condições exigíveis na execução de impermeabilização, e se aplica a todas as obras sujeitas à impermeabilização.

Depois de estabelecidos os parâmetros constantes das normas mencionadas anteriormente, foi elaborado um projeto de impermeabilização de uma residência unifamiliar de 361,09m², visando demonstrar o correto e melhor entendimento das técnicas destacadas em um Projeto de Impermeabilização.

CAPÍTULO 2

2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com o IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização, a impermeabilização é a “técnica de aplicar produtos específicos com a função de proteger áreas de uma edificação contra umidade”. Já a NBR 9575/2003 determina que o sistema de impermeabilização, cabe a estes produtos e serviços, sejam destinados a conferir a estanqueidade a uma construção, onde ela é definida, pela mesma norma, como: “A característica de um elemento (ou conjunto de componentes) de impedir a penetração ou passagem de fluídos através de si”.

2.1.1. Atuação da água nas edificações

A água, é considerada um dos maiores agentes patológicos, tanto diretamente quanto indiretamente, quer se encontre no estado sólido, líquido ou gasoso. Pode ser vista como um agente de degradação ou como meio para a instalação de outros agentes (QUERUZ, 2007).

De acordo com Lersch (2003), a umidade presente em edificações, é ocasionada por:

- Umidade de Infiltração;
- Umidade ascensional;
- Umidade por condensação;
- Umidade de obra;
- Umidade acidental.

A umidade pode aparecer em vários lugares nas edificações – paredes, pisos, fachadas, etc. Verçoza (1991), afirma que a umidade não gera somente patologia, mas é um meio necessário para que ocorram grandes problemas em edificações. É o fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas e rebocos, podendo até causar acidentes estruturais.

Depois de analisar os tipos de umidade, condições da obra e exigências que as normas relacionadas estipulam, pode-se chegar ao sistema que será empregado. Consequentemente serão de conhecimento os produtos mais viáveis, graças a variedade

encontrada no mercado, para melhor desempenho, é indicado o treinamento da mão de obra ou firmar contrato com empresas especializadas no assunto, pois, a grande maioria dos erros relacionados a impermeabilização são cometidos por parte da mão de obra (HUSSEIN, 2013).

Nesses casos é necessária atenção dobrada, e seguindo esse raciocínio, Righi (2009), afirma que, o controle da execução da impermeabilização é fundamental para sua eficácia e o mesmo deve ser feito pela empresa aplicadora e pelo responsável da obra.

Mesmo com a divulgação da importância desse processo, é comum a falta de impermeabilização nas obras, e a sua ausência, ou falhas no serviço podem gerar vários transtornos.

2.1.1.1. Umidade de infiltração

É o caminho que a água percorre do ambiente externo para o interno por pequenas trincas ou mesmo falhas na interface entre elementos construtivos, como paredes, portas ou janelas e a capacidade dos materiais de absorverem umidade do ar. Especificamente, é ocasionada pela água da chuva combinada com o vento, podendo agravar a infiltração com o aumento da pressão de percolação (RIGHI, 2009).

2.1.1.2. Umidade ascensional

A umidade ascensional é caracterizada pela presença de água no solo, tanto por fenômenos sazonais de aumento de umidade quanto por presença permanente de umidade de lençóis freáticos superficiais. Percebida principalmente em paredes e pisos, sendo que Verçoza (1991) comenta que habitualmente não ultrapassa 0,80m de altura.

A ascensão da água em paredes ocorre pelo fenômeno de capilaridade, onde os vasos capilares permitem que a água suba até entrar em equilíbrio com a força da gravidade. A altura que a água ascende pelos vasos capilares, está atrelada principalmente ao seu diâmetro: quanto menor, maior a altura (QUERUS, 2007).

2.1.1.3. Umidade por condensação

A umidade por condensação é decorrente da presença de grande umidade no ar e da existência de superfícies que estejam com temperatura abaixo da correspondente ao ponto de orvalho. O fenômeno ocorre pela redução de capacidade de absorção de umidade pelo ar quando é resfriado, na interface da parede, precipitando-se (RIGHI, 2009).

Pode-se afirmar que os diferentes materiais, conforme a sua densidade, se comportam de forma diferenciada quanto à condensação: os mais densos são mais atacados, enquanto que os de menor densidade sofrem menos. Queruz (2007), concluem que esse tipo de agente costuma apresentar-se de forma superficial, sem penetrar a grandes profundidades nos elementos.

2.1.1.4. Umidade de obra

Queruz (2007), caracteriza com a umidade de obra como aquela que ficou interna nos materiais por ocasião de sua execução e que acaba por se exteriorizar em decorrência do equilíbrio que se estabelece entre material e ambiente. Um exemplo desse tipo de situação é a umidade contida nas argamassas de reboco, que transferem o excesso de umidade para a parte interna das alvenarias, necessitando de um prazo maior do que o da cura do próprio reboco para entrar em equilíbrio com o ambiente interno.

2.1.1.5. Umidade acidental

Causada por falhas em sistemas de tubulações (águas pluviais, esgoto e água potável), e que provocam infiltrações. A umidade com esse tipo de origem é encontrada em edifícios mais antigos, onde a manutenção predial não é tão rigorosa e a vida útil dos materiais já tem seu tempo excedido (RIGHI, 2009).

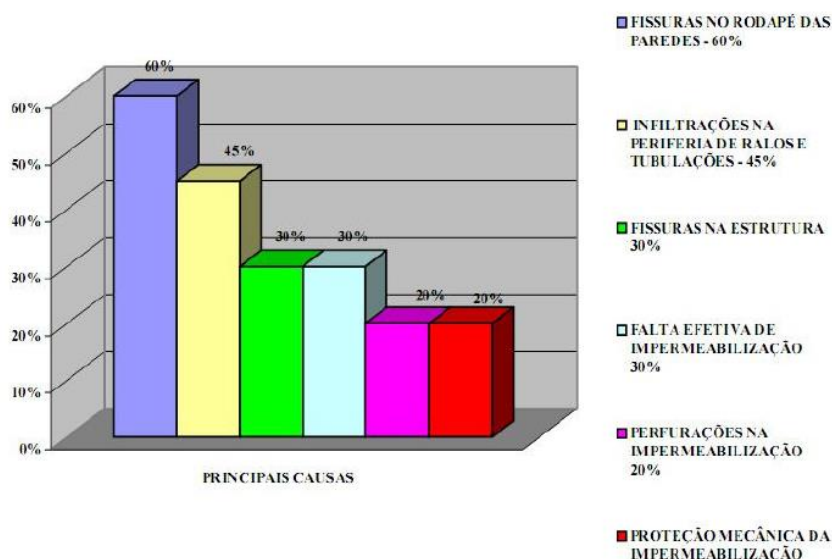
2.1.2. Manifestações patológicas que causam infiltrações

A infiltração pode aparecer através de vários fatores em uma edificação, normalmente, manifestações patológicas ocorridas na estrutura, como trincas, fissuras ou rachaduras, facilitam a passagem da água para o ambiente. Estas podem estar associadas a falhas na execução ou deterioração dos materiais e componentes. Caso haja uma impermeabilização deficiente de lajes, pisos e paredes antes da colocação de revestimentos, ou a incorreta instalação de portas e janelas, a umidade acabará passando pelos caminhos que encontrar (HUSSEIN, 2013).

2.1.3. Manifestações patológicas ocasionadas pela umidade

Antonelli (2002), quantifica as principais efeitos de problemas de impermeabilização em uma edificação, conforme Figura 1.

Figura 1: Principais efeitos de problemas de impermeabilização.



Fonte: Antonelli (2002).

De acordo com Martins (2006), em uma pesquisa realizada na França, foram analisados dez mil casos de deficiências construtivas em edifícios, verificou-se que: 43% dos casos são referentes ao projeto, outros 43% são encontrados pela má execução da impermeabilização, causadas pelos aplicadores e operários, 6% devido à qualidade dos

materiais utilizados no processo de impermeabilização e os 8% restantes ficam destinados a má utilização e/ou manutenção dos usuários.

Segundo Verçosa (1991), os principais danos ocasionados pela umidade são goteiras, manchas, mofo, apodrecimento, ferrugem, eflorescências, criptoflorescências e gelividade. Todos esses deterioram com o tempo, os materiais e a obra construída.

Para Bértolo (2001), uma boa impermeabilização pode ser prejudicada por problemas na concretagem, inadequada execução do revestimento ou inadequada fixação de peças e equipamentos.

Em casos onde o aparecimento de patologias é inevitável, a orientação de um profissional é de extrema importância, pois dependendo do caso uma reimpermeabilização é o método mais adequado e a correta execução desse procedimento é importantíssimo para que não aconteça o ressurgimento da mesma (FREITAS, 2012).

IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2012) destaca os problemas ocasionados pela umidade em cada área da edificação, sendo estas conforme a Tabela 01.

Tabela 1: Consequências da umidade em cada área da edificação.

LOCAL	PROBLEMAS
Fundações	Umidade ascendente com deterioração da argamassa de revestimento nos pés de paredes, podendo chegar até alturas > 1,00 m.
	Infiltração de água e inundação das áreas próximas.
	Insalubridade do ambiente.
Lajes em contato com o solo	Umidade por capilaridade, causando deterioração de acabamentos, como madeiras, carpetes e pisos.
	Destacamento e embolhamento de pisos de alta resistência, epoxídicos, poliuretânicos, etc.
	Insalubridade do ambiente.
Paredes em contato com o solo, cortinas e paredes-diafragma	Deterioração da argamassa de revestimento.
	Embolhamento e deterioração da pintura
	Deterioração de móveis encostados nas paredes, quadros, revestimentos.
	Insalubridade do ambiente.
Pilares	Ataque às armaduras, com comprometimento da estrutura.
Revestimento de argamassa	Desagregação. A argamassa perde resistência e torna-se pulverulenta, destacando-se da superfície.
	Eflorescências, mofo e bolor.
Pintura	Embolhamento e destacamento.
	Eflorescências, mofo e bolor.
Concreto aparente	Comprometimento da estrutura.
Lajes de subsolo	Oxidação das armaduras com comprometimento das estruturas no longo prazo.

Fonte: IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2012).

Conforme Almeida (2008), as manifestações patológicas decorrentes da umidade em edificações, normalmente são geradas através de movimentações externas e seguem padrões característicos. Através destas manifestações é possível investigar sintomas, mecanismos, causas, origens e estipular as prováveis consequências vinculadas a essas patologias, facilitando seu diagnóstico e a adequada solução da mesma.

2.1.4. Projeto de impermeabilização

A impermeabilização também possui um projeto específico, neste projeto deve constar e detalhar os produtos e formas de execução dos sistemas de impermeabilização para cada caso em uma obra. De acordo com Pieper (1992), é na elaboração de um projeto arquitetônico que se deve analisar qual o sistema impermeabilizante mais adequado e não posteriormente a execução da obra.

De acordo com a NBR 9575/2010 – Impermeabilização - Seleção e Projeto, o projeto de impermeabilização é um conjunto de informações gráficas e descritivas que definem integralmente as características de todos os sistemas de impermeabilização empregados em uma dada construção, de forma a orientar sua produção.

Segundo IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2012), o projeto de impermeabilização deverá ser constituído de dois projetos que se complementam: projeto básico e projeto executivo, de acordo com a Tabela 02.

Tabela 2: Tipos de projetos de impermeabilização.

PROJETO BÁSICO	
Desenhos	Textos
Plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo.	Memorial descritivo dos tipos de impermeabilização selecionados para os diversos locais que necessitem de impermeabilização
Detalhes construtivos que descrevem graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura para o equacionamento das interferências existentes entre todos os elementos e componentes construtivos.	
Detalhes construtivos que explicitem as soluções adotadas no projeto de arquitetura para o atendimento das exigências de desempenho em relação à estanqueidade dos elementos construtivos e à durabilidade frente à ação da água, da umidade e do vapor de água.	

Fonte: IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2012).

Tabela 2 (continuação): Tipos de projetos de impermeabilização.

PROJETO EXECUTIVO	
Desenhos	Textos
Plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo.	Memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização
	Memorial descritivo de procedimentos de execução e de segurança do trabalho.
Detalhes genéricos e específicos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização projetadas e que sejam necessárias para a inequívoca execução destas.	Planilha de quantitativos de materiais e serviços.
	Planilha de descrição de ensaios de campo e tecnológicos.

Fonte: IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2012).

Obedecer ao detalhamento do projeto de impermeabilização e estudar os possíveis problemas durante o decorrer da obra é de extrema importância. Sempre verificar se a preparação da estrutura para receber a impermeabilização está correta, se o material aplicado está de acordo com o projeto, características técnicas, espessura, consumo, tempo de secagem, sobreposição, arremates, testes de estanqueidade, método de aplicação e outros foram executados conforme indicado (FREITAS, 2012).

Cabral (1992) demonstra que mesmo sendo importante a impermeabilização em projeto, a maioria das construtoras só dedica atenção a ela e seus problemas no final da obra, quando já é tarde. A falta de previsão nos detalhes e a improvisação é resultado de inúmeras falhas.

Antonelli (2002), conclui em sua pesquisa que a falta de projeto específico de impermeabilização é proporcional a 42% dos problemas, sendo significativa sua influência na execução e fiscalização dos serviços de impermeabilização.

2.1.5. Sistemas impermeabilizantes

O IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2012), separa os sistemas impermeabilizantes em três categorias: Sistemas pré-fabricados, sistema moldado no local e sistema rígido. Os sistemas pré-fabricados possuem espessuras definidas, as quais possuem controle tecnológico industrial e podem ser aplicadas em apenas uma camada, como é o caso

das mantas asfálticas. Os sistemas moldados no local são aplicados a quente ou a frio, e sua espessura é variada, como exemplo, têm-se os asfaltos em bloco (quente) e as emulsões e soluções (frio). Já os sistemas rígidos, composto pelas argamassas poliméricas, atribuem à superfície impermeabilização e proteção mecânica.

De acordo com a NBR 9575/2010, esses sistemas são separados em duas categorias: Impermeabilização Rígida e Impermeabilização Flexível. Os impermeabilizantes considerados rígidos são utilizados em partes construtivas que não tendem a movimentação, normalmente a baixo do nível do solo, já os impermeabilizantes flexíveis, possuem característica de flexibilidade compatível aos elementos que tendem a movimentação. A Tabela 03, mostra detalhadamente suas características, locais de aplicação e materiais integrantes nos sistemas.

Tabela 3: Sistemas de impermeabilização.

	CARACTER.	APLICAÇÕES	MATERIAIS
R Í G I D O S	Não suportam a movimentação, ou seja, não podem ser expostos aos raios solares e deve ser curado com a água. São utilizados em locais que não são sujeitos a fissuras, mudanças de temperatura ou grandes deformações.	Locais que não recebem sol direto, tais como: subsolos e cortinas de contenção, poços de elevador, banheiros e lavabos, reservatórios inferiores, rodapés de paredes, piscinas em concreto sob o solo.	<u>CRISTALIZANTES:</u> Produto proveniente de compostos químicos e de cimentos aditivados, água e resina que age cristalizando e preenchendo os poros de concreto, deixando-o selado e protegido contra a deterioração. <u>ARGAMASSA IMPERMEÁVEL:</u> Argamassas de cimento e areia que possuem propriedades impermeáveis quando misturadas com hidrofugantes, esse tipo de argamassa tem pouca resistência aos agentes atmosféricos, então é aplicada onde não é sujeito a trincas e fissuras. <u>ARGAMASSA POLIMÉRICA:</u> Tem um custo menor, é feito de cimento aditivado e resinas líquidas que devem ser misturados antes da aplicação, resistente a umidade e encharcamento. <u>CIMENTO POLIMÉRICO:</u> Semi-flexível, aplicado com trincha ou broxa, formando uma pasta cimentícia resistente a umidade que sobe pelas paredes e pela fundação. <u>EPÓXI:</u> Revestimento com resistência mecânica e química, indicado para impermeabilização e ação anticorrosivo de estruturas de concreto, metálicas e argamassas.

Fonte: NBR 9575 *et al.* (2010).

Tabela 3 (continuação): Sistemas de impermeabilização.

F L E X Í V E I S	Valores maiores de alongamento e são indicados para áreas sujeitas a movimentações, trepidações e ao intemperismo. Os materiais utilizados para impermeabilização flexível são compostos geralmente por elastômeros e polímeros.	Lajes de cobertura em geral, estacionamentos, piscinas, coberturas verdes, terraços, calhas, banheiros e lavabos, cozinhas, áreas de serviço, jardineiras e floreiras, reservatórios de água elevados.	<u>MANTAS ASFÁLTICAS:</u> Formado por filamentos de poliéster ou véu de fibra de vidro recoberto em ambas as faces por um composto asfáltico, tem alta resistência aos esforços mecânicos, temperatura, fadiga mecânica e punção estático e dinâmico, elevada flexibilidade e durabilidade e estabilidade térmica e dimensional. <u>MEMBRANAS ASFÁLTICAS:</u> Essas membranas podem ser aplicadas a frio ou a quente. Na aplicação das membranas a frio, há dois produtos, com aparência de uma pasta preta: emulsões e soluções. O primeiro tem base aquosa e o segundo se dilui em solvente. Nas membranas asfálticas aplicadas a quente usa blocos de asfalto derretido a altas temperaturas (entre 180° e 200°) no canteiro de obras. Seu meio é feito com tela de poliéster e a espessura final varia entre 3 e 5mm. <u>MEMBRANAS ACRÍLICAS:</u> Formado por resina acrílica normalmente dispersa em água, executada com diversas demãos intercaladas por estruturante. Resistente aos raios solares (ultravioleta), deve ser aplicada em superfícies expostas e não transitáveis. Deve, ainda, ser usada em áreas mais inclinadas (maior que 2%), para que a água não se acumule sobre a superfície e danifique o sistema. <u>MANTAS ELASTOMÉRICAS:</u> São indicadas para isolamento térmico de sistemas que operam em baixas temperaturas ou em temperaturas até 85°C e tem resistência à difusão do vapor, baixa impermeabilidade ao vapor de água, isolamento térmico, facilidade de aplicação e flexibilidade.
---	--	---	---

Fonte: NBR 9575 *et al.* (2010).

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

O estudo teve como objetivo, demonstrar a importância de realizar um projeto de impermeabilização em uma edificação, estimando os custos provenientes do sistema. Na construção civil brasileira dificilmente se elabora projetos de impermeabilização, sendo que futuramente a pouca importância da mesma pode comprometer a vida útil da edificação, ocasionada por patologias decorrentes da umidade nas estruturas.

3.1.1. Coleta de dados

Para a elaboração do projeto de impermeabilização, a empresa Cabral & Cabral Ltda. – ME, forneceu informações dos projetos básicos da edificação: arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico e paisagismo. Disponibilizou também o orçamento de execução da obra elaborado em Setembro de 2015 e utilizando o CUB desta data, foi readequado para Abril de 2017

O projeto de impermeabilização que foi executado, é uma residência unifamiliar de 361,09 m², localizada em Cascavel/PR, foi elaborado para cada ambiente que necessitava de impermeabilização, considerando para isto os ambientes que constavam no projeto arquitetônico. No projeto de impermeabilização constam os detalhamentos gráficos e descritivos para execução adequada e a definição das características dos sistemas de impermeabilizações empregados em uma construção. Também foram utilizados artigos, manuais técnicos dos fabricantes e as seguintes normas:

- NBR 15575/2013 – Edificações habitacionais – Desempenho;
- NBR 9575/2010 – Impermeabilização: Seleção e Projeto;
- NBR 9574/2008 – Execução da Impermeabilização.

3.1.2. Caracterização do local

O projeto arquitetônico é constituído de quatro pavimentos (subsolo, térreo, superior e cobertura). No pavimento subsolo, encontram-se a garagem, depósito, instalação sanitária, poço de elevador e a circulação que leva às escadas. No pavimento térreo, estão situadas as salas de estar e jantar, cozinha, área de serviço, estendal, um banheiro e duas suítes. O pavimento superior é uma área que foi mais dedicada ao casal, onde fica o escritório e a suíte máster. Na cobertura, alguns pontos com lajes impermeabilizadas e barrilete da caixa d'água.

Todo ambiente, em contato com a água, no estado líquido ou gasoso, em contato temporário ou permanente deve ser impermeabilizado e neste caso os ambientes foram:

- Fundação;
- Subsolo;
- Lajes e sacadas expostas à chuva;
- Áreas frias;
- Paredes e pisos em contato com o solo;
- Paredes de vedação (alvenaria).

3.1.3. Quadro de quantidades

Foi elaborada uma planilha (Figura 2) com os ambientes e preenchida com os quantitativos dos serviços para realizar o sistema de impermeabilização e também destacou-se o consumo dos materiais para cada ambiente e tipo de solução adotada para executar o orçamento.

Figura 2: Modelo de tabela para quantitativo dos sistemas de impermeabilização.

QUANTITATIVO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO						
PLANTA	LOCAL	PISO (m ²)	RODAPÉ E PAREDE (m ²)	TOTAL (m ²)	SISTEMA	TOTAL SISTEMA (m ²)

Fonte: Autor (2017).

3.1.4. Orçamento

De posse da tabela de quantidades, foram orçados os produtos e serviços para impermeabilização, tomando como referência a tabela do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) de Abril/2017, estabelecendo os valores empregados para a execução de cada serviço, como ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Modelo de tabela para orçamento do projeto de impermeabilização.

ORÇAMENTO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO (Abril/2017)					
SISTEMA	CONSUMO	TOTAL SISTEMA (m ²)	QTDE MATERIA L	CUSTO SISTEMA (R\$/m ²)	CUSTO TOTAL (R\$)

Fonte: Autor (2017).

3.1.5. Análise dos dados

Foram analisados cada ambiente que deveriam ser impermeabilizados e confrontando com as normas e manuais, foram definidos os sistemas de impermeabilização para cada ambiente, levando em conta o menor valor, sempre utilizando um sistema adequado.

Com os sistemas de impermeabilização definidos, formulou-se as especificações técnicas e de acabamento para execução do orçamento, juntamente com a planilha de quantidades e custos.

Para analisar os custos, decorrentes da impermeabilização, comparou-se o valor da impermeabilização com o orçamento total da obra. Por meio de um gráfico demonstrou-se o percentual que a impermeabilização corresponde ao orçamento total da obra.

CAPÍTULO 4

4.1. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para dar início ao projeto de impermeabilização, foi utilizado o projeto arquitetônico, fornecido pela Construtora Cabral & Cabral Ltda., situado na cidade de Cascavel/PR, que disponibilizou além dos projetos, o orçamento da obra realizado em setembro de 2015, que se encontra no Anexo A.

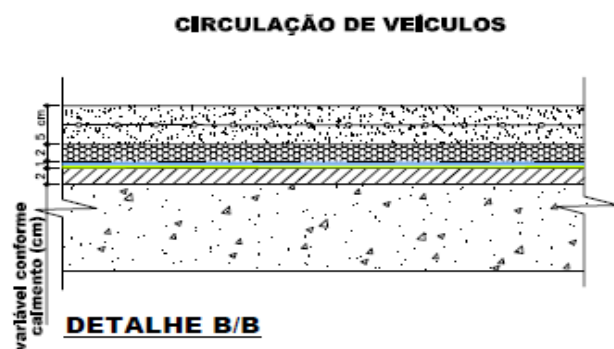
No projeto arquitetônico foram selecionados os locais que deveriam ser impermeabilizados, todas as áreas (m²) dos ambientes foram quantificadas, e foi determinado o tipo de material que seria aplicado.

4.1.1. Pavimento subsolo

Iniciou-se a verificação pela infraestrutura da edificação. Nesta etapa utilizou-se argamassa polimérica, esse material é indicado para ambientes que não sofrem movimentação ou estejam expostos a raios solares, muito indicado para áreas abaixo do nível do solo. Também foi utilizado no pavimento subsolo para proteger a cortina-concreto e o poço do elevador, pois, ambos têm contato com o solo, o que poderia acarretar infiltrações devido ao efeito de capilaridade da água.

No pavimento subsolo há a garagem, com circulação de veículo e há distribuição de esforços sobre a impermeabilização, por isso, foi utilizada impermeabilização flexível. O material selecionado foi a manta asfáltica – tipo III com 4mm de espessura. O detalhamento desta impermeabilização está no projeto, no Apêndice A e na Figura 4. Para visualização, consta o detalhamento para aplicação do material indicado, que é uma camada amortecedora com camada separadora, para que os impactos ocasionados pela circulação de veículos sejam amortecidos.

Figura 4: Detalhe B/B – circulação de veículos.

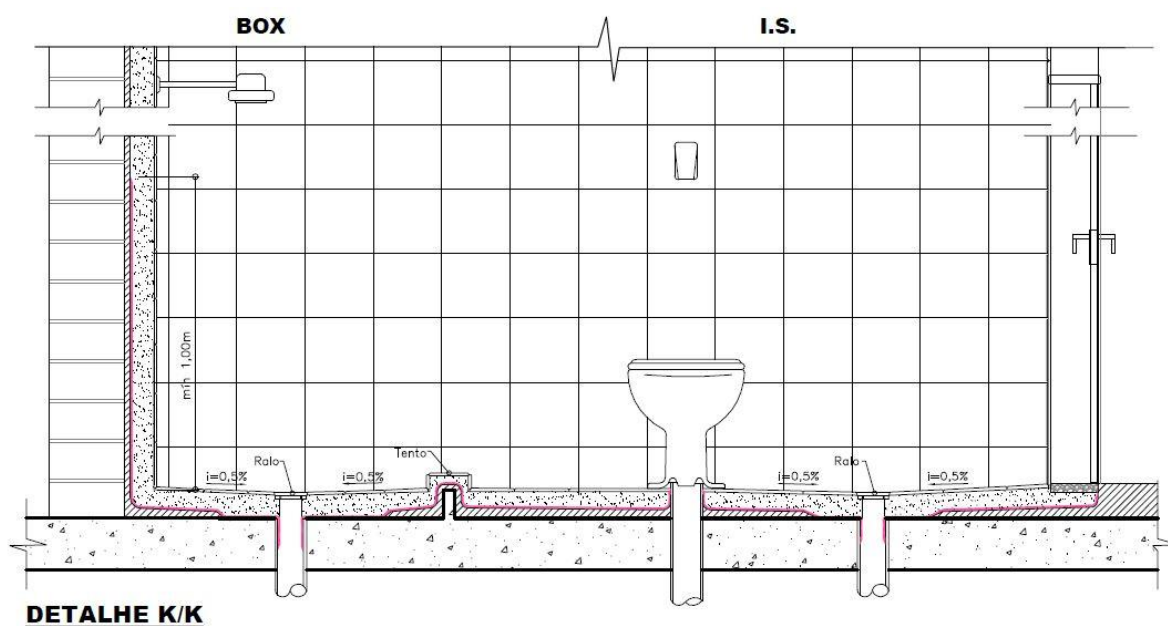


Fonte: Autor (2017).

4.1.2. Pavimento térreo e superior

No pavimento térreo estão localizados a maioria dos ambientes frios (cozinha, lavanderia, instalações sanitárias, etc.), o sistema empregado foi emulsão asfáltica elastomérica (impermeabilização flexível) em conjunto com uma tela industrial de poliéster, sendo esta escolha, devido a facilidade de aplicação e o material o mais indicado para esse tipo de ambiente. As instalações sanitárias neste e em outros pavimentos também receberam o mesmo tipo de impermeabilização, na Figura 5 (Apêndice C) foi ilustrado o detalhamento, indicando no desenho os cuidados com o caimento e os ralos.

Figura 5: Detalhe K/K – instalação sanitária.



Fonte: Autor (2017).

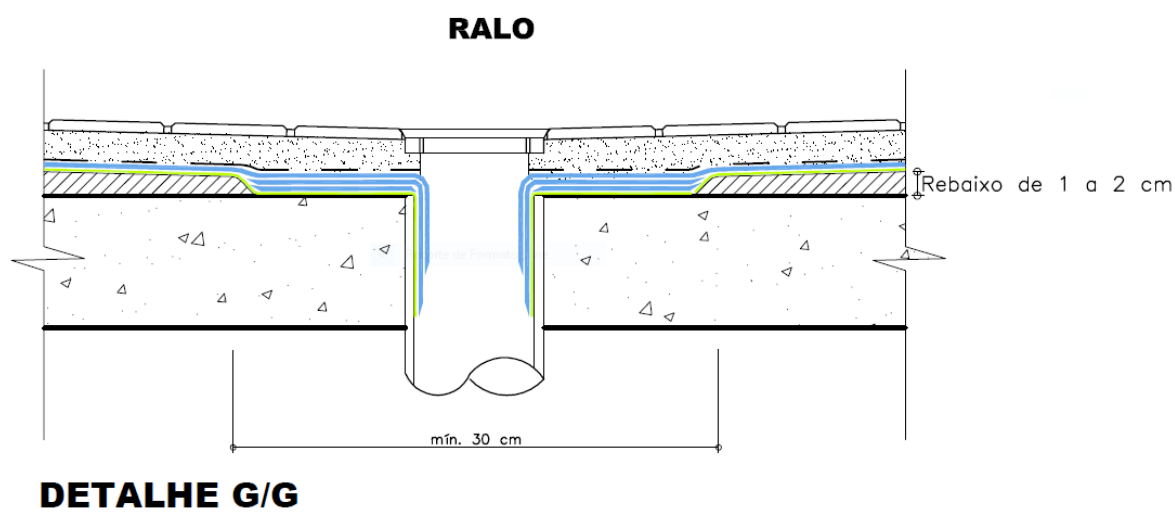
4.1.3. Pavimento cobertura

Na planta de cobertura (Apêndice G), o material indicado para as lajes é a manta asfáltica, há movimentação térmica e é considerado um material resistente e o custo é inferior a outros tipos de materiais mais recentes encontrados no mercado. No barrilete, foi usado a emulsão asfáltica, para prevenir vazamentos das tubulação de água, no caso proteger a laje.

4.1.4. Detalhes construtivos

Alguns detalhes são avaliados como importantes quando impermeabilizar, é o caso dos cantos, arestas, ralos e rodapés. Estes detalhes devem ganhar atenção redobrada, pois grande parte das patologias acontecem por falhas durante sua execução. Esses detalhes podem ser visualizados nos Apêndices A, B e C. Na Figura 6 (Apêndice B) ilustrou-se o caimento e o cuidado com a impermeabilização no local do ralo utilizando a manta asfáltica.

Figura 6: Detalhe G/G – ralo.



Fonte: Autor (2017).

A regularização das superfícies, deve ser executada com argamassa desempenada de cimento e areia, com caimento mínimo de 1% em direção aos ralos. Cantos e arestas devem ser arredondados, de forma a permitir um ajustamento contínuo do sistema impermeabilizante (NBR 9575/2003).

O ralo é impermeabilizado de duas formas no projeto, com a utilização de manta asfáltica conforme detalhe G/G apresentado no Apêndice B, e com emulsão asfáltica elastomérica mostrada no detalhe L/L, conforme Apêndice C. Utilizando manta asfáltica, a execução acontece através de 5 passos:

- 1º) A área do ralo deve possuir um rebaixo de 1 a 2 cm, sendo esta área rebaixada, com uma dimensão mínima de 30x30cm;
- 2º) Formar uma ponte de impermeabilização entre o ralo e a laje enrolando a manta na forma de um tubo, com aproximadamente 20cm, sendo que metade fique dentro do ralo e metade fora. Utilizar o processo de biselamento na parte inferior da manta para a fixação;
- 3º) Cortar em tiras a parte superior da manta e repetir o processo de biselamento junto a laje;
- 4º) Recortar um quadrado da manta, com as dimensões da área rebaixada e sobrepor ao ralo, cortar a parte central no formato de fatias de pizza;
- 5º) Empurrar a pontas para dentro do ralo e repetir o processo de biselamento, com a finalidade de reforçar a primeira camada.

A Figura 07, demonstra facilmente esse processo a partir do segundo passo de impermeabilização.

Figura 7: Impermeabilização ralo com manta asfáltica.



Fonte: Squaiella (2010).

Para a utilização de emulsão asfáltica elastomérica, o processo não muda tanto, a diferença é que após a primeira demão de emulsão, no lugar de utilizar a manta para fazer o reforço entre ralo e laje, é utilizado a tela industrial de poliéster, em seguida, aplica-se as demais demãos necessárias da emulsão asfáltica elastomérica.

Nos rodapés, deve-se embutir a impermeabilização, a uma altura de 30 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir.

Nas juntas de dilatação, conforme NBR 9575/2003, deve ser previsto tratamento específico compatível aos reforços atuantes e materiais utilizados na impermeabilização. A norma também descreve que as juntas de dilatação devem ser divisores de água, com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento. A falha, ou ausência de vedação adequada dessa junta fará com que esse seja um ponto de maior possibilidade infiltrações. Para essas juntas de dilatação, utiliza-se selante flexível de base acrílica, que cobre 11m de trinca com abertura de 5x5mm. Deve-se executar um rebaixamento no entorno da junta para o reforço da impermeabilização e, dentro, colocar um limitador de junta e em seguida o mastique, que é um selante à base de polímeros, que irá absorver e selar a junta por dentro.

4.1.5. Orçamento

Para realizar o orçamento de impermeabilização dos ambientes, utilizou-se o projeto de execução de impermeabilização, especificações técnicas e dos materiais, além do projeto de arquitetura com as indicações das interferências estruturais e das interferências das instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias.

De posse dos dados, foram realizados os levantamento dos serviços pelo sistema de impermeabilização. Na planilha da Tabela 4 consta descrição dos tipos de impermeabilização, área do compartimento considerando as viradas nas paredes do ambiente, consumo quantidade total de material específico para impermeabilização, custo unitário do sistema com mão de obra e encargos sociais e trabalhistas inclusos e resultados dos valores totais para a execução da impermeabilização.

Tabela 4: Orçamento projeto impermeabilização.

ORÇAMENTO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO (Abril/2017)						
SISTEMA	CONSUMO		TOTAL SISTEMA (m²)	QTDE MATERIA L	CUSTO SISTEMA (R\$/m²)	CUSTO TOTAL (R\$)
Argamassa polimérica	4,00	kg/m²	330,29	1.321,16	8,99	2.969,31
Camada separadora	1,05	m²/m²	147,96	155,36	77,07	11.403,28
Manta asfáltica - Tipo III 4mm	1,15	m²/m²		170,15		
Primer base de água para manta asfáltica	0,40	l/m²		59,18		
Emulsão asfáltica elastomérica	3,00	kg/m²	255,55	766,65	69,56	17.776,06
Tela industrial de poliéster	1,10	m²/m²		281,11		
CUSTO TOTAL IMPERMEABILIZAÇÃO						32.148,64

Fonte: Autor (2017).

No levantamento das áreas a serem impermeabilizadas foi de 987,55m², esta quantidade é a soma das áreas dos pisos e paredes de cada ambiente, sendo que não são contabilizadas as paredes até o teto e sim, somente a altura de x cm que o impermeabilizante avança em cada uma. O detalhamento da Tabela 4 está disponibilizado no Apêndice H.

Da área total 733,80m² de impermeabilização, a argamassa polimérica é empregada em 330,29m², com um consumo de 4,00 kg/m²; a manta asfáltica, para 147,96m², com rendimento de 1,15m²/m², levando em conta que para a utilização da mesma, deve ser acompanhada de primer base de água (consumo: 0,40l/m²) e camada separadora (consumo: 1,05m²/m²), a emulsão asfáltica elastomérica, utilizada nas áreas frias, para uma área de 255,55m², com consumo de 3,00kg/m², inclusive sendo aplicada juntamente com os produtos descritos anteriormente uma tela industrial de poliéster (consumo: 1,10m²/m²). Aditivo para argamassa foi utilizado na argamassa de assentamento e revestimento, com consumo de 100ml para cada saco de 50kg de cimento em uma área de 253,75m².

Os custos do sistema de impermeabilização são da tabela SINAPI de Abril de 2017, não desonerado, totalizando R\$32.148,64, conforme Tabela 4. O resultado dos valores dessa planilha possibilitou determinar o percentual que representa a impermeabilização em relação ao valor total para execução da residência.

O orçamento para realização da residência foi fornecido pela construtora e foram necessários reajustes, pois a data era de setembro de 2015, utilizou-se o CUB de setembro de 2015 para residência de alto padrão, R1-A - R\$1.938,66 e o CUB para Abril de 2017 no valor de R\$2.080,49, valores estes retirados do site do Sinduscon/PR.

Como o orçamento inicial da obra, elaborado em setembro de 2015, custava R\$840.691,39, obtendo-se o CUB e recalculando para abril de 2017, cujo reajuste foi de 7,31%, o valor atual da obra é de R\$ 902.195,35, conforme Tabela 05.

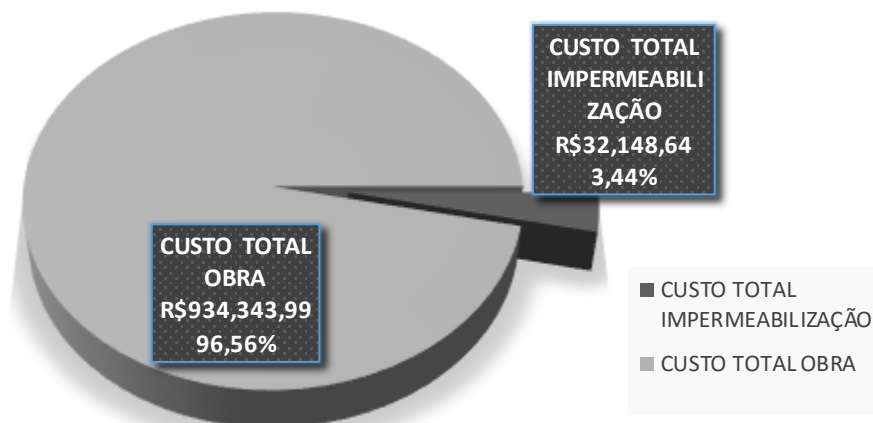
Tabela 5: Reajuste do orçamento residencial.

REAJUSTE DO ORÇAMENTO RESIDENCIAL		
DATA	VALOR CUB (R\$)	VALOR ORÇAMENTO (R\$)
SETEMBRO DE 2015	1.938,66	840.691,39
ABRIL DE 2017	2.080,49	902.195,35

Fonte: Autor (2017).

Considerando-se o valor da obra e da impermeabilização, constatou-se que a impermeabilização foi de 3,44% do custo total da obra, de acordo com os autores citados, o valor percentual da impermeabilização está dentro da faixa recomendada, mostrado no gráfico da Figura 7.

Figura 8: Custo da obra e custo da impermeabilização.



Fonte: Autor (2017).

A elaboração do orçamento foi importante para auxiliar na previsão da impermeabilização e na contratação deste serviço. Os sistemas de impermeabilização devem ser feitos com bastante critério tanto no levantamento das áreas quanto na execução dos mesmos.

Nos planos verticais a altura mínima de 20 cm acima do piso acabado ou 10 cm no nível máximo que a água pode atingir denominado de virada na parede.

No caso de tubulações de água e ralo sifonado, deve ser prevista a proteção adequada no encontro destes componentes com o piso, pois é um ponto vulnerável da impermeabilização, podendo ocorrer vazamentos nestes locais. A impermeabilização quando executada nas áreas com enchimento devem ser sob e sobre o enchimento.

A importância do orçamento não se finaliza na estimativa correta dos custos, mas no cuidadoso levantamento de materiais que são importantes no desempenho e na qualidade da obra, a exatidão dos levantamentos implica diretamente no resultado financeiro futuro da obra.

CAPÍTULO 5

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O correto planejamento em obras da construção civil reduz custos, desperdícios de materiais, falhas técnicas, até mesmos gastos extras no decorrer da construção. Isso também se aplica a impermeabilização da edificação, onde um adequado projeto pode trazer grandes benefícios para os proprietários e engenheiros, antes e depois da obra, principalmente durante o uso da edificação.

Com o presente trabalho, pode-se verificar que os custos originados dos sistemas de impermeabilização empregados em uma construção, não são tão elevados quando comparados ao valor final da obra, que de acordo com a bibliografia podem variar de 1% a 5% do custo da mesma, neste caso da residência, com garagem de 4,42m² no subsolo, poço de elevador, 5 instalações sanitárias, cozinha e lavanderia com aproximadamente 23m², sacadas, calçadas e lajes impermeabilizadas que se aproximam de 160m², corresponderam em 3,44% do custo total da obra.

A elaboração de um projeto de impermeabilização permite que se analise com antecedência os produtos que são ofertados por empresas especializadas e escolher qual é o mais adequado e mais viável tipo para cada ambiente que se deseja impermeabilizar, observando-se e gerenciando a forma adequada de aplicação do produto.

Os gastos podem ser muito elevados com reparações e consertos com infiltrações, bolor dos ambientes, pisos manchados pela umidade, móveis deteriorados e muitas vezes, geram transtornos, dependendo do grau do problema, além do que a impermeabilização propicia conforto aos usuários das edificações.

A vida útil de uma edificação está relacionada a uma eficiente execução da impermeabilização. Na maioria das vezes, as pessoas são descuidadas com esta etapa da obra, não se dão conta que correção de problemas decorrentes da inexistência da impermeabilização podem ser desgastantes para os ocupantes da edificação.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, a complementação deste trabalho viria através de:

- ✓ Orçamentação para uma reforma, onde não há impermeabilização da estrutura, ocasionando patologias devido a umidade;
- ✓ Determinação do percentual da impermeabilização para reservatório de água em relação ao seu custo total;
- ✓ Determinar o custo para execução de paredes externas com argamassas de assentamento e de revestimento com impermeabilizantes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. **Manifestações patológicas em prédio escolar: Uma análise qualitativa e quantitativa**. 2008. 203f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSM, Santa Maria, 2008.

ANTONELLI, G.R.; CARASEK, H.; CASCUDO O. **Levantamento das manifestações patológicas de lajes impermeabilizadas em edifícios habitados de Goiânia-Go**. IX Encontro Nacional do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 9574: Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro, 1986.

_____. NBR 9575: Impermeabilização: Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2003.

BÉRTOLO, T. **A prova d`água**. Técnica, São Paulo, n. 51, p. 20-23, mar/abr. 2001.

CABRAL, P. L. **Impermeabilização e proteção em armazéns graneleiros**. Revista Impermeabilizar, São Paulo, n. 43, p. 6, fev. 1992.

FREITAS, F. **A importância da impermeabilização**. 2012. Curso de engenharia civil da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2012.

HUSSEIN, J. S. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão**. 2013. 54f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – COECI da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2013.

IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização. Disponível em: <<http://www.ibibrasil.org.br/>>
> Acessado em: 05/11/2016.

LERSCH, I. M. **Contribuição para identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre**. 2003. 185f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2003.

MARTINS, J.G. **Impermeabilizações: Condições técnicas de Execução**. Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2006.

OLIVEIRA, C. F. **Impermeabilização e isolamento**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Riograndense, 2010.

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

QUERUZ, F. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga**. Santa Maria: UFSM, 2007. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

RIGHI, G. V. **Estudos dos Sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções – Análise de Casos**. 2009. 93f. Monografia (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2009.

SOARES, F. F. **A importância do Projeto de Impermeabilização em Obras de Construção Civil**. 2014. 127f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SQUAIELLA, R. **Conceitos básicos de impermeabilização**. 2010. Universidade Presbiteriana Mackenzie – MACKENZIE, 2010.

STORTE, Marcos. **Manifestações Patológicas na Impermeabilização de Estruturas de Concreto em Saneamento**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura, São Paulo, 2011. Disponível em:

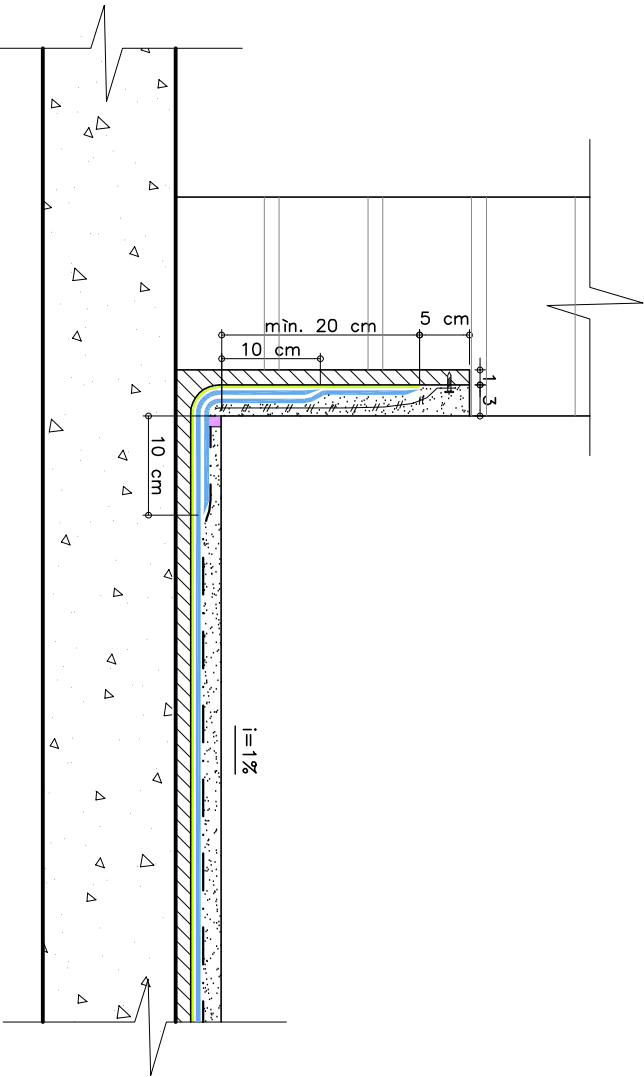
<<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=703>> Acesso em:
05/11/2016.

VEDACIT. **Manual Técnico de Impermeabilização de Estruturas**. Apostila da VEDACIT impermeabilizantes, 7ª edição.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.

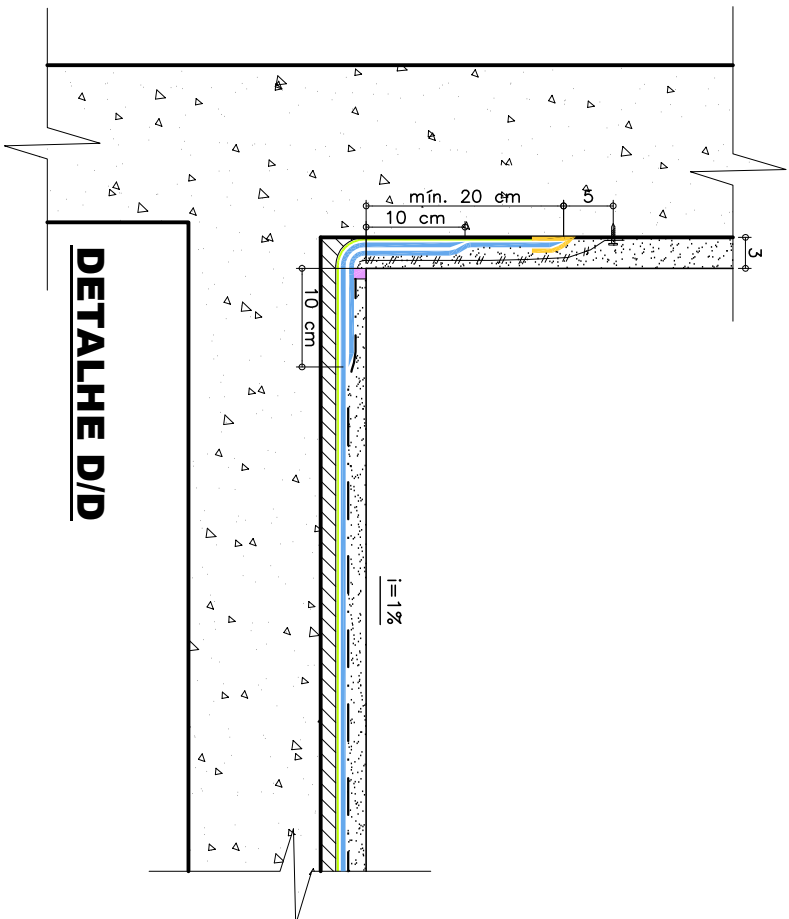
APÊNDICE A – DETALHAMENTO 1

RODAPE EM ALVENARIA COM RECORTE



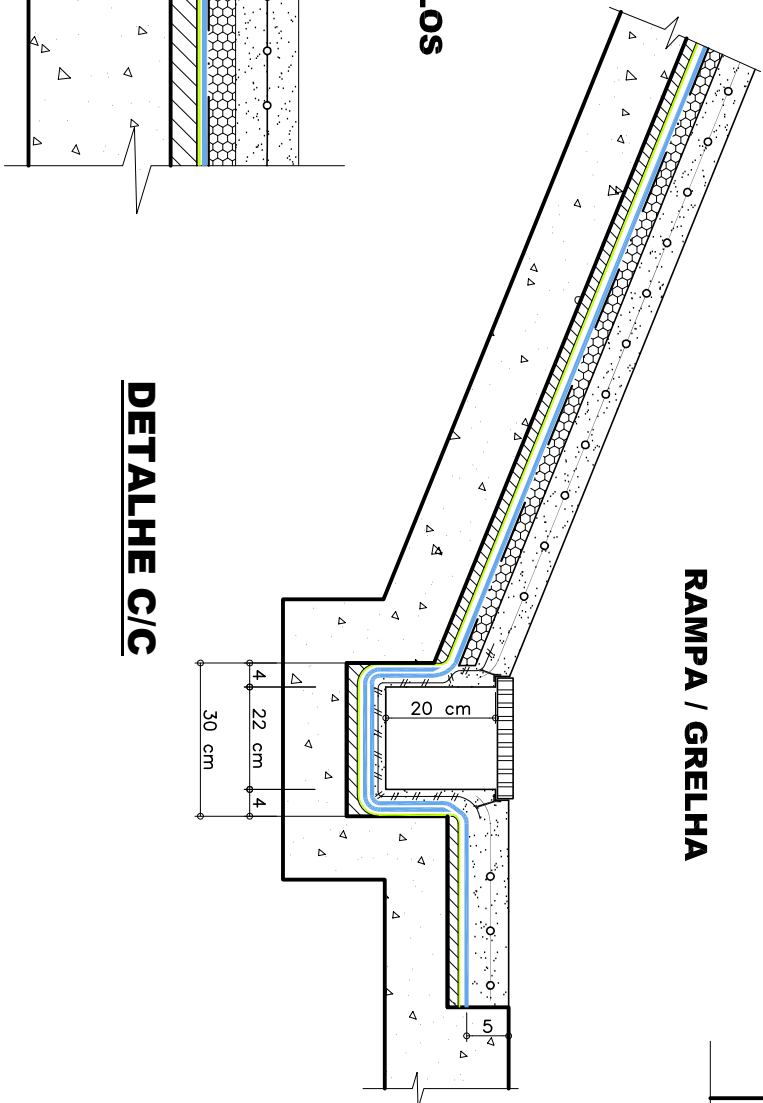
DETALHE A/A

RODAPE EM CONCRETO REVESTIDO

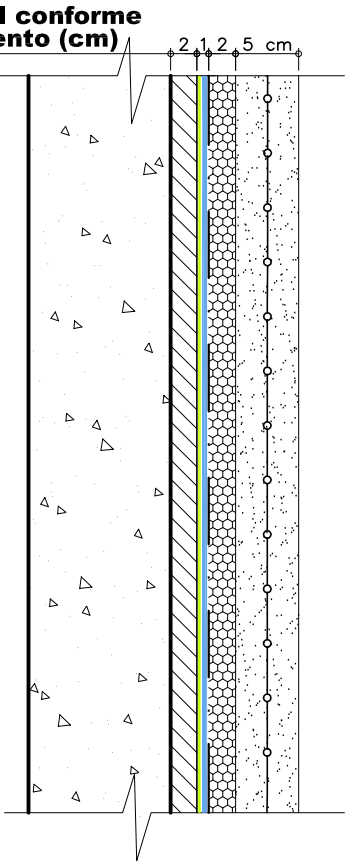


DETALHE D/D

RAMPA / GRELHA



CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS

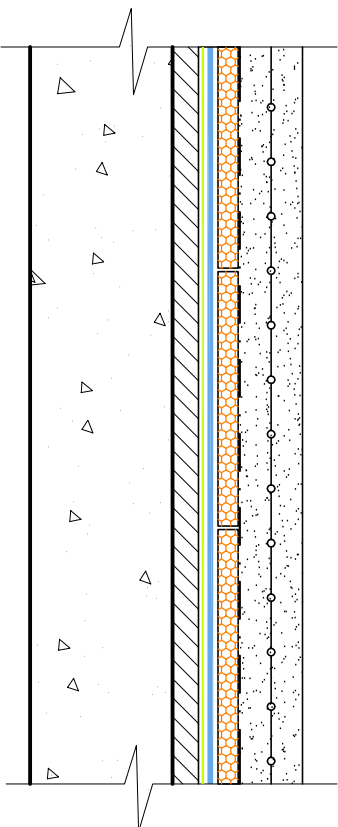


variável conforme
calamento (cm)

DETALHE B/B

DETALHE C/C

LAJE COM ISOLANTE TÉRMICO



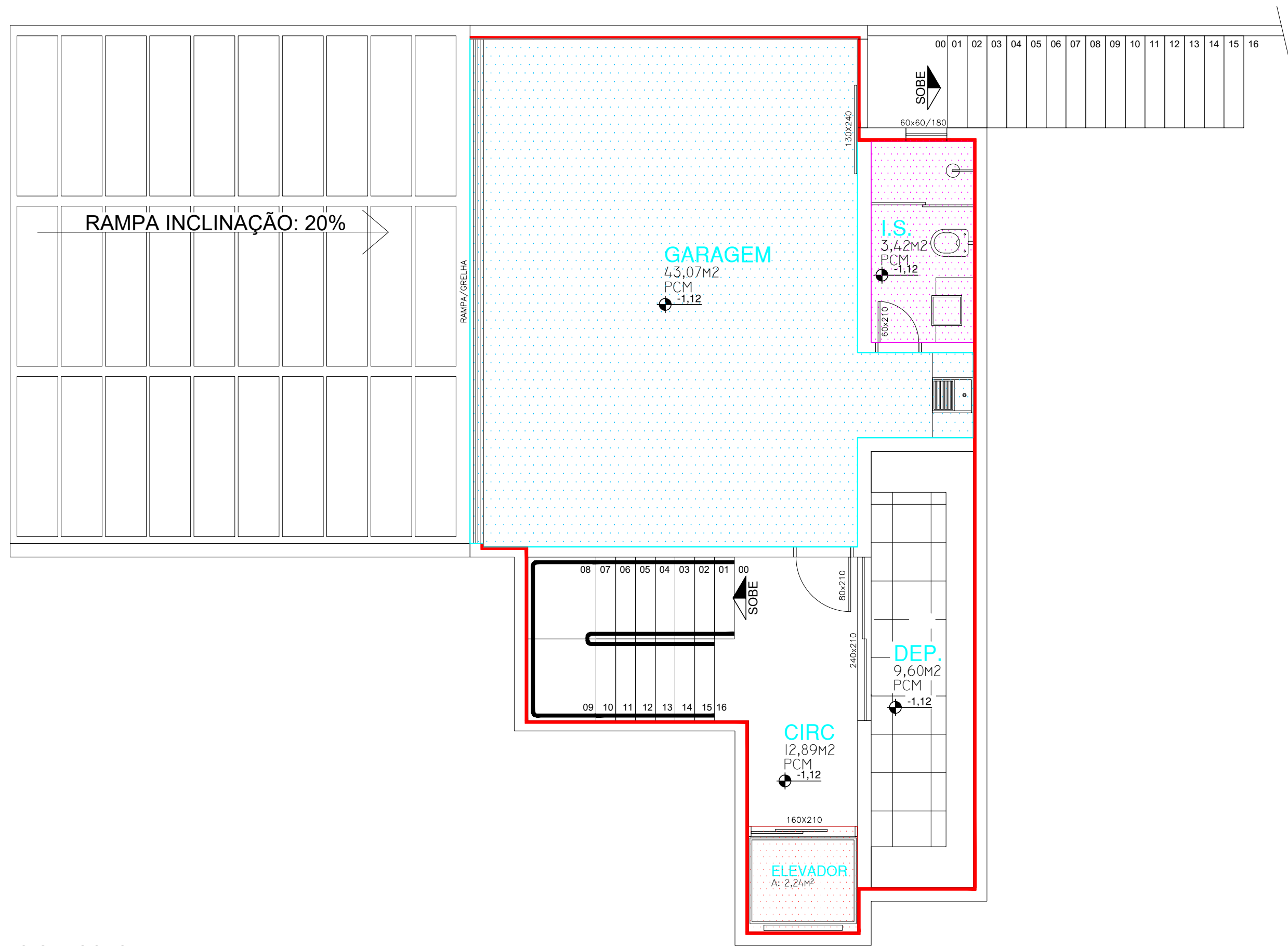
DETALHE E/E

LEGENDA

APÊNDICE B – DETALHAMENTO 2

APÊNDICE C – DETALHAMENTO 3

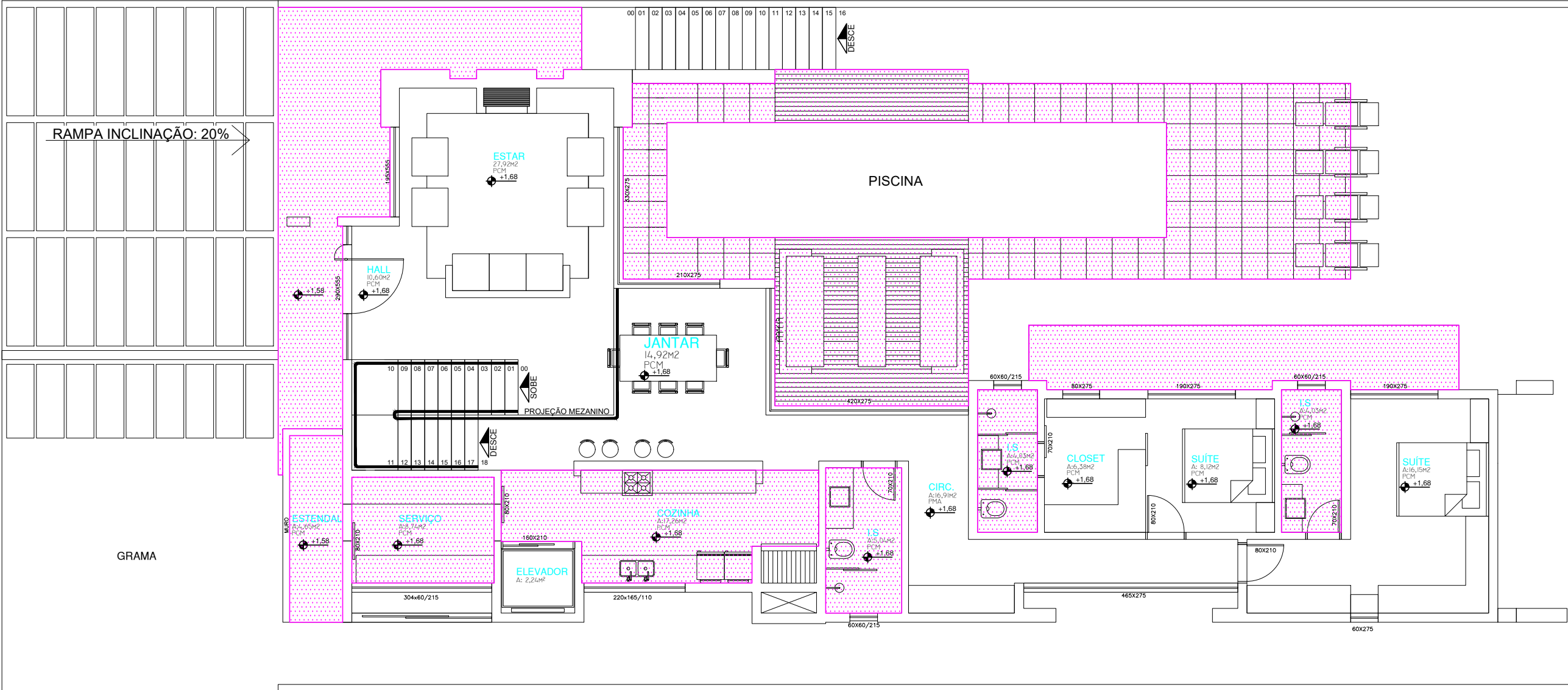
APÊNDICE D – PLANTA BAIXA SUBSOLO



PAVIMENTO SUBSOLO
Sem Escala

ARGAMASSA POLIMÉRICA
EMULSÃO ASFÁLTICA ELASTOMÉRICA
MANTA ASFÁLTICA

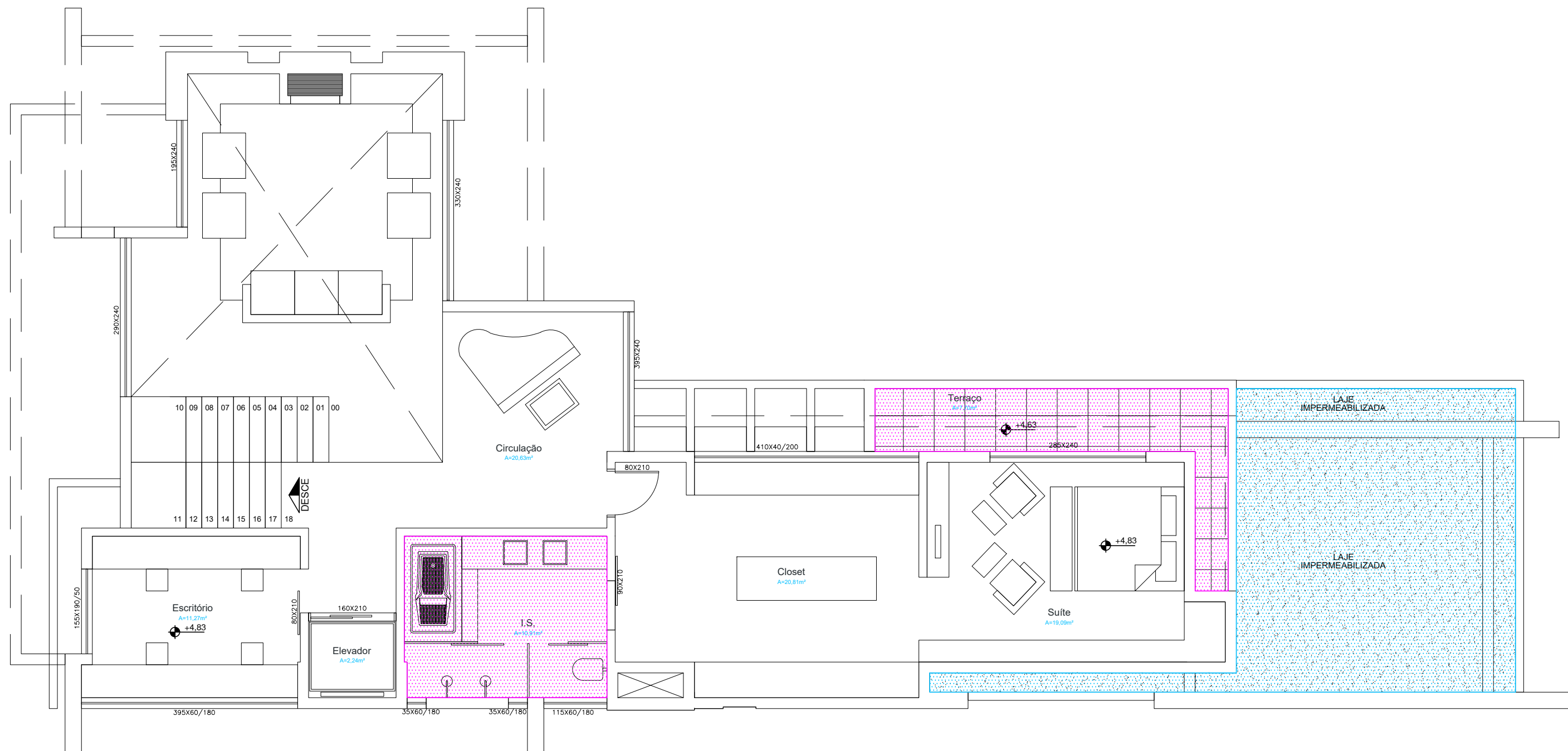
APÊNDICE E – PLANTA BAIXA TÉRREO



PAVIMENTO TÉRREO
Sem Escala

- ARGAMASSA POLIMÉRICA
- EMULSÃO ASFÁLTICA ELASTOMÉRICA
- MANTA ASFÁLTICA

APÊNDICE F – PLANTA BAIXA SUPERIOR



PAVIMENTO SUPERIOR
Sem Escala

APÊNDICE G – PLANTA BAIXA COBERTURA

ARGAMASSA POLIMÉRICA
EMULSÃO ASFÁLTICA ELASTOMÉRICA
MANTA ASFÁLTICA

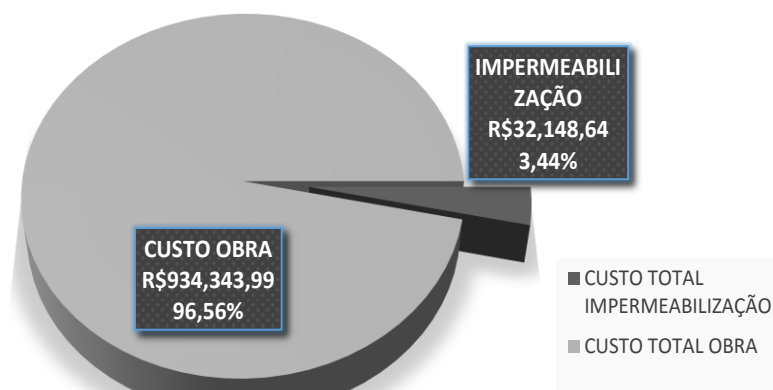
APÊNDICE H – QUANTITATIVO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

QUANTITATIVO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO						
PLANTA	LOCAL	PISO (m²)	RODAPE E PAREDE (m²)	TOTAL (m²)	SISTEMA	TOTAL SISTEMA (m²)
Pav. Sub-Solo	Baldrame e fundações	40,78	150,37	191,15	Argamassa polimérica	191,15
	Cortina-concreto (imper. interna)	-	118,90	118,90		118,90
	Poço do elevador	2,24	18,00	20,24		20,24
	I.S. Garagem	4,42	24,03	28,45	Emulsão asfáltica elastomérica Tela industrial de poliéster	28,45
	Garagem	44,50	8,90	53,40	Primer base de água para manta asfáltica Manta asfáltica - Tipo III 4mm Camada separadora	53,40
Pav. Térreo	Varanda	23,08	6,38	29,46	Emulsão asfáltica elastomérica	29,46
	Estendal	4,65	2,77	7,42		7,42
	Lavanderia	7,10	3,23	10,33		10,33
	Cozinha	15,54	3,60	19,14		19,14
	I.S. Social	5,20	9,08	14,28	Tela industrial de poliéster	14,28
	I.S. Suíte I	4,03	8,25	12,28		12,28
	I.S. Suíte II	4,03	8,25	12,28		12,28
	Calçada Suítes	12,65	2,98	15,63		15,63
Pav. Superior	Calçada Piscina	52,65	-	52,65	Emulsão asfáltica elastomérica	52,65
	I.S. Suíte Principal	10,91	14,61	25,52		25,52
	Sacada Suíte Principal	8,95	6,10	15,05	Tela industrial de poliéster	15,05
	Laje impermeabilizada	30,26	9,75	40,01	Primer base de água para manta asfáltica	40,01
					Manta asfáltica - Tipo III 4mm	
					Camada separadora	
Cobertura	Laje impermeabilizada	31,00	23,55	54,55	Primer base de água para manta asfáltica	54,55
					Manta asfáltica - Tipo III 4mm	
					Camada separadora	
	Barrilete	8,80	4,26	13,06	Emulsão asfáltica elastomérica Tela industrial de poliéster	13,06
Produto Sugerido						
Geral	Juntas de dilatação	Área não estimada			Selante para juntas de dilatação	-
TOTAL ESTIMADO (m²)						733,80

APÊNDICE I – ORÇAMENTO PROJETO IMPERMEABILIZAÇÃO

ORÇAMENTO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO (Abril/2017)						
SISTEMA	CONSUMO		TOTAL SISTEMA (m²)	QTDE MATERIA L	CUSTO SISTEMA (R\$/m²)	CUSTO TOTAL (R\$)
Aditivo para argamassa	100m/50kg cimento		253,75	-	8,99	2.281,21
Argamassa polimérica	4,00	kg/m²	330,29	1.321,16	8,99	2.969,31
Camada separadora	1,05	m²/m²	147,96	155,36	77,07	11.403,28
Manta asfáltica - Tipo III 4mm	1,15	m²/m²		170,15		
Primer base de água para manta asfáltica	0,40	l/m²		59,18		
Emulsão asfáltica elastomérica	3,00	kg/m²	255,55	766,65	69,56	17.776,06
Tela industrial de poliéster	1,10	m²/m²		281,11		
CUSTO TOTAL IMPERMEABILIZAÇÃO						32.148,64

COMPARATIVO CUSTOS	
CUSTO TOTAL IMPERMEABILIZAÇÃO	32.148,64
CUSTO TOTAL OBRA	934.343,99



APÊNDICE J – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA E DE ACABAMENTO

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA E DE ACABAMENTO IMPERMEABILIZAÇÃO

1. ARGAMASSA POLIMÉRICA

A argamassa polimérica é indicada em impermeabilizações de rodapés, paredes internas e externas, baldrames e áreas frias. Áreas como caixas d'água, tanques e paredes em subsolos também podem receber a aplicação deste produto. Neste caso em específico, aplicar a argamassa polimérica na fundação (baldrames), cortina-concreto (impermeabilização interna) e no poço de elevador.

Para a utilização deste produto, a superfície deve estar limpa, umedecida e sem a presença de pó e partículas soltas. Sempre verificar a existência de falhas na alvenaria caso seja aplicada diretamente. Problemas como falta de prumo ou tijolos esfarelando podem afetar a eficiência da impermeabilização.

A aplicação deste produto, inicia-se com a mistura de dois componentes: componente A (resina) e componente B (pó), onde são misturados uniformemente por 5 minutos. A superfície onde será aplicado o produto, deve estar umedecida, e com o auxílio de trinch, pincel ou vassoura de cerdas macias, aplicar de 2 a 4 camadas (demãos com sentido cruzado), sempre aguardando secagem entre elas.

Depois de aplicada última demão do produto, aguardar um período de no mínimo três dias para realizar o teste de estanqueidade.

2. EMULSÃO ASFÁLTICA ELASTOMÉRICA

Emulsão asfáltica é utilizada para impermeabilizar coberturas em geral, lajes, marquises, terraços, calhas, áreas frias como: banheiros, cozinhas, paredes em drywall, arremates de rodapés, ralos, tubos, baldrames, etc. Para o projeto especificado, aplicar em todas as áreas frias da residência, varanda, estendal e calçadas das suítes e piscina.

Para preparação da superfície, primeiramente verificar se ela está totalmente limpa, isenta de óleos, graxas e quaisquer partículas soltas. Após a limpeza, executar a regularização com argamassa de cimento e areia, traço 1:3 em volume, caimento mínimo de 1% em direção aos ralos e acabamento desempenado. Todos os cantos e arestas devem ser arredondados. Tubulações que emergem e ralos devem estar fixados para garantir a execução dos arremates. Nos rodapés a impermeabilização deve subir uma altura de 30 cm do piso acabado.

A aplicação da primeira demão deve ser diluída em 10% a 30% de água, de acordo com a quantidade que o substrato absorve. Após a primeira demão, adicionar uma tela de poliéster (malha 1 x 1 mm), sobrepondo 5cm nas emendas. Aplicar 3 ou mais demãos de emulsão asfáltica, até atingir o consumo recomendado do impermeabilizante.

É indicado colocar uma camada separadora com filme de polietileno ou papel kraft betumado sobre a impermeabilização seca, antes da proteção mecânica, a qual é dimensionada em duas partes, a primeira, com argamassa de cimento e areia, traço 1:4 a 1:5, em volume, com espessura de 2 cm sobre a camada separadora, em seguida, deve-se dimensionar a proteção mecânica de acordo com as solicitações impostas em projeto.

3. MANTA ASFÁLTICA ELASTOMÉRICA DE ALTO DESEMPENHO

A manta asfáltica tipo III é indicada para lajes maciças, pré-moldadas, nervuradas, steel deck, piscinas elevadas e apoiadas, terraços, calhas, espelhos d'água, tanques, cortinas (aplicação externa), etc. Sua aplicação e manuseio foi desenvolvida para climas quentes.

Antes da aplicação, sempre verificar se a superfície está limpa e seca, isenta de óleos, graxas e partículas soltas. Regularizar a superfície com argamassada desempenada de cimento e areia, com traço de 1:3 a 1:4, e caimento mínimos de 1% para os ralos. Deixar cantos e arestas arredondados. Quaisquer tubulações devem estar fixados para garantir a perfeita execução dos arremates. Atenção dobrada ao redor dos ralos, rebaixar 1 cm de profundidade e diâmetro de 50 cm. Em rodapés, subir a uma altura mínima de 30 cm do piso acabado e embutir o final 3 cm de profundidade na alvenaria.

Após preparar a superfície, deve-se aplicar uma demão de primer base água para manta asfáltica, elemento de ligação entre a manta asfáltica e o substrato, que deve ser aplicado em temperatura ambiente entre 10°C e 50°C, utilizando rolo de lã de carneiro, vassoura de cerdas macias, pincel ou pistola. Após aplicação do primer, aguardar período de 6 horas para iniciar aplicação da manta asfáltica.

A colagem da manta deve ser feita com maçarico, direcionando a chama de forma a aquecer simultaneamente a parte inferior da bobina e a superfície imprimada. Iniciar sempre pelos pontos críticos (ralos, juntas de dilatação, etc.). Para evitar formação de bolhas de ar, sempre pressionar a manta no sentido do centro às bordas. A sobreposição de mantas, deve possuir no mínimo 10 cm, é indicado passar um rolete ou biselamento com a ponta arredondada de uma espátula sobre a mesma.

Após a manta instalada, colocar a camada separadora, que tem como objetivo evitar que esforços ocasionados pela utilização da laje, ou por dilatações e contrações da argamassa de proteção mecânica atuem diretamente sobre a impermeabilização.

Sobre a camada separadora, argamassa de cimento e areia, traço 1:4 ou 1:5 e espessura mínima de 3 cm.

4. ADITIVO PLASTIFICANTE PARA ARGAMASSA

Aditivo dosado para favorecer a trabalhabilidade, coesão e liga da argamassa, reduzindo as fissuras ocasionadas na secagem. Utilizada em argamassas para assentamento, reboco, revestimento interno e externo, os quais devem ser aplicados sobre substrato rugoso e umedecido.

Adicionado diretamente à água de amassamento, o aditivo precisa misturar homogeneamente, de preferência, direto na betoneira por pelo menos 3 minutos. Utilizar sempre areia média, limpa e lavada.

ANEXO A – ORÇAMENTO RESIDENCIAL RESUMIDO

ORÇAMENTO RESIDENCIAL RESUMIDO (09/2015)		
ÁREA OBRA: 361,09m ²		
ÁREA TERRENO: 600,00m ²		
ITEM	SERVIÇOS	VALOR
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	22.053,00
2	INFRAESTRUTURA	43.849,98
3	SUPRAESTRUTURA	57.709,11
4	PAREDES E PAINÉIS	
	ALVENARIA	37.908,86
	ESQUADRIAS PVC	95.894,00
	ESQUADRIAS MADEIRA	13.611,00
5	COBERTURA E PROTEÇÕES	
	TELHADOS	10.718,80
	ACABAMENTOS COBERTURA	8.835,12
6	REVESTIMENTO E PINTURA	
	REVESTIMENTO INTERNO	12.550,80
	REVESTIMENTO EXTERNO	8.314,50
	AZULEJOS	24.524,00
	GESSO	15.165,78
	PINTURA	39.719,90
7	PAVIMENTAÇÃO	
	PORCELANATO	30.261,00
	RODAPÉS, SOLEIRAS, PEITORIS	2.322,22
8	INSTALAÇÕES E APARELHOS	
	ELÉTRICAS	25.464,00
	HIDRÁULICAS/GÁS/INCÊNDIO	18.370,00
	SANITÁRIAS	6.789,00
	ELEVADORES/MECÂNICAS	60.000,00
	APARELHOS	20.050,00
9	COMPLEMENTAÇÕES	
	LIMPEZA OBRA	1.083,27
	MÃO DE OBRA	198.599,50
10	ÁREA EXTERNA	
	MUROS	16.389,45
	OUTROS	70.508,10
CUSTO TOTAL OBRA SEM IMPERMEABILIZAÇÃO		840.691,39