

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Gabriela Ramires Magalhães

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE E PREVENÇÃO DAS
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMA DE
IMPERMEABILIZAÇÃO**

Porto Alegre

outubro de 2021

GABRIELA RAMIRES MAGALHÃES

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE E PREVENÇÃO DAS
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMA DE
IMPERMEABILIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação
do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção
do título de Engenheira Civil

Orientadora: Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto Alegre

outubro de 2021

GABRIELA RAMIRES MAGALHÃES

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE E PREVENÇÃO DAS
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMA DE
IMPERMEABILIZAÇÃO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRA CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, outubro de 2021.

Professora Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira
(UFRGS)

Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. José Alberto Azambuja
(UFRGS)

Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Eng.^a Caroline Giordani
(UFRGS)

Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho aos meus pais, Maria Alice e André Luís que apesar de todas as dificuldades me proporcionaram a condição e o privilégio de estudar e atingir o meu objetivo de concluir o curso de Engenharia Civil. Ademais, dedico também a minha irmã Ana Carolina por acompanhar esta trajetória e a minha namorada pelo companheirismo. E por fim, a minha vó materna (*In memorian*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Professora Cristiane Sardin Padilla de Oliveira pela orientação e auxílio à elaboração deste trabalho, pela dedicação de seu trabalho dentro da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e também por todos os ensinamentos durante o curso de graduação em Engenharia Civil.

Aos meus pais, Maria Alice Andrade Ramires e André Luís de Sousa Gonçalves e a minha irmã Ana Carolina Ramires Gonçalves não obstante todas dificuldades que passamos juntos, nunca deixaram de me apoiar nesta trajetória. Sempre me ampararam quando se tratava dos meus estudos. Foram essenciais em muitos momentos e sem eles não teria conseguido concluir meu curso de Engenharia Civil. Agradeço imensuravelmente por isto.

Aos meus tios Djalmo Andrade Ramires e Maria Izabete Rodrigues Ramires e meu padrinho Maikon Rodrigues Ramires que sempre foram presentes e muito importantes durante minha infância e adolescência. Foram indispensáveis diversas vezes para mim e tenho muita gratidão.

E por fim, agradeço a minha namorada Priscila Cavalli Rachevsky que impulsionou e me deu forças para finalizar meu curso.

O trabalho duro vence o dom natural.

Rock Lee

RESUMO

O presente trabalho consiste em um relatório técnico no qual foram analisados dois casos de falhas no sistema de impermeabilização em duas unidades habitacionais. O primeiro caso analisado refere-se a uma infiltração na laje do box do banheiro pois o ralo apresentava danos de impermeabilização. Esta infiltração pôde ser vista pela unidade habitacional abaixo, que apresentou manchas de umidade no forro do banheiro. A partir disso, foi feita uma análise do procedimento de impermeabilização do banheiro da construtora e constatou-se que acontecia um problema recorrente no momento de fazer a limpeza do ralo, pois nele ficavam restos do bloco de espuma que era utilizado para realizar o teste de estanqueidade. Durante esta atividade de limpeza foi constatado, através de um levantamento da construtora, que 57,5% dos ralos tinham sua impermeabilização danificada. Foi proposta uma modificação no procedimento da empresa substituindo o bloco de espuma por um balão inflável de borracha para realizar o teste de estanqueidade, ao invés de passar impermeabilizante no bloco de espuma. O segundo caso analisado foi uma infiltração no teto dos dormitórios de uma unidade habitacional do último andar. Foi constatado, durante uma inspeção técnica no telhado, que havia um espaçamento maior entre telhas e platibanda, fazendo com que o transpasse fosse menor e, a partir disto, em dias de muita chuva e vento, que água passasse por baixo do rufo. Além disso, foi verificado também que a construtora utiliza a mesma argamassa polimérica do banheiro na platibanda, o que não é o mais indicado pois locais expostos às intempéries necessitam de impermeabilizantes flexíveis. Neste caso, ao utilizar uma argamassa polimérica inadequada, ocorreram fissuras na região impermeabilizada da platibanda. Desta forma, a proposta de melhoria foi de substituir a atual argamassa polimérica por outra com indicação de uso em lajes expostas ao sol, por ser mais flexível. Ao final deste estudo foi possível realizar sugestões de aperfeiçoamento nas instruções de execução dos sistemas de impermeabilização da construtora, visando evitar que as manifestações patológicas detectadas ocorressem novamente.

Palavras-chave: manifestações patológicas; impermeabilização; infiltração; umidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Custo das impermeabilizações em diferentes etapas da edificação	15
Figura 2 – Planta baixa do apartamento.....	20
Figura 3 – Rede de esgoto do apartamento tipo	21
Figura 4 – Legenda das colunas hidrossanitárias	22
Figura 5 – Embalagem do impermeabilizante (frente)	23
Figura 6 – Embalagem do impermeabilizante (verso).....	23
Figura 7 – Perspectiva do telhado de uma das torres.....	24
Figura 8 – Planta da cobertura mostrando o telhado de duas torres adjacentes	24
Figura 9 – Detalhamento dos componentes do telhado	25
Figura 10 – Detalhes do ralo na calha.....	25
Figura 11 – Detalhes da tubulação de ventilação	26
Figura 12 – Detalhes do buzinode	26
Figura 13 – Detalhe de rufos com arremate na lateral da platibanda	27
Figura 14 – Detalhe de fixação de rufo na platibanda	27
Figura 15 – Aspecto final dos rufos.....	28
Figura 16 – Escareação do ralo.....	30
Figura 17 – Confecção da tela de borda.....	30
Figura 18 – Confecção da tela margarida	31
Figura 19 – Detalhe da tela margarida.....	31
Figura 20 – Detalhe da tela de borda	32
Figura 21 – Orientações para utilização do bloco de espuma no ralo	33
Figura 22 – Impermeabilização do ralo	33
Figura 23 – Bloco de espuma	34
Figura 24 – Impermeabilização piso e parede	35
Figura 25 – Teste de estanqueidade.....	36
Figura 26 – Impermeabilização executada no banheiro.....	37
Figura 27 – Gravata na parede de concreto.....	38
Figura 28 – Preparação do impermeabilizante	39
Figura 29 – Mistura do impermeabilizante	39
Figura 30 – Limpeza da superfície	40
Figura 31 – Impermeabilização no topo da platibanda.....	41
Figura 32 – Infiltração da laje superior do banheiro.....	43

Figura 33 – Ralo box banheiro	44
Figura 34 – Infiltração no teto dos dormitórios.....	46
Figura 35 – Fissuras na platibanda e no selamento do rufo	47
Figura 36 – Transpasse entre rufo e telha encontrado durante inspeção	47
Figura 37 – Detalhe do projeto que mostra afastamento de 2 cm entre platibanda e telha.....	48
Figura 38 – Telha vista por baixo do rufo.....	48
Figura 39 – Extensão do rufo no telhado	49
Figura 40 – Balão de vedação de borracha para esgoto.....	52
Figura 41 – Gabarito com passantes de nylon.....	53
Figura 42 – Esquema do gabarito cilíndrico de nylon	54
Figura 43 – Passantes de 75mm e de 100mm, respectivamente.....	55
Figura 44 – Gabarito do <i>shaft</i> posicionado na fôrma.....	55
Figura 45 – Ralos danificados	58
Figura 46 – Balão de vedação de borracha para teste de esgoto	60
Figura 47 – Atual procedimento adotado pela construtora	61
Figura 48 – Sugestão de alteração no processo de impermeabilização	61
Figura 49 – Impermeabilização do ralo sem bloco de espuma	62
Figura 50 – Colocação do balão no ralo	63
Figura 51 – Balão posicionado no ralo e pronto para iniciar o teste	63
Figura 52 – Box em teste de estanqueidade com o balão no ralo.....	64
Figura 53 – Bomba e balões.	64
Figura 54 – Rufo tipo pingadeira.....	66
Figura 55 – Rufo tipo pingadeira em platibanda	66
Figura 56 – Rufo na platibanda	68
Figura 57 – Transpasse rufo e telha da Brasilit	68
Figura 58 – Detalhe do rasgo de 1 cm para encaixar o rufo na platibanda	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Ralos com a impermeabilização danificada pós limpeza..... 59

Gráfico 2 – Caixas sifonadas quebradas pós limpeza..... 59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo de sugestões de melhorias nas IT's.....	70
-----------------------------------------------------------	----

LISTA DE SIGLAS

IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização

NBR – Norma Brasileira Técnica

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IT – Instrução de Trabalho

PU - Poliuretano

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO	16
1.2	DELIMITAÇÃO.....	16
1.3	LIMITAÇÃO.....	17
2	METODOLOGIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO ADOTADO PELA CONSTRUTORA	18
2.1	DESCRIÇÃO DA UNIDADE HABITACIONAL INSPECIONADA	19
2.2	INSTRUÇÃO DE TRABALHO (IT)	28
2.3	METODOLOGIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	29
2.3.1	Impermeabilização do banheiro	29
2.3.2	Impermeabilização na platibanda	37
3	RELATO DOS PROBLEMAS DETECTADOS	42
3.1	INFILTRAÇÃO PELO RALO DO BANHEIRO	42
3.2	INFILTRAÇÃO PELO TELHADO	45
4	ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS ADOTADOS PELA CONSTRUTORA	50
4.1	IMPERMEABILIZAÇÃO NO RALO DO BANHEIRO	51
4.2	IMPERMEABILIZAÇÃO NA COBERTURA E PLATIBANDA.....	56
5	PROPOSTAS DE MELHORIAS NAS INSTRUÇÕES DE TRABALHO	57
5.1	IMPERMEABILIZAÇÃO NO RALO DO BANHEIRO	57
5.2	IMPERMEABILIZAÇÃO NA COBERTURA E PLATIBANDA.....	65
6	CONCLUSÃO.....	71
	REFERÊNCIAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

A infiltração, quando existente, causa grandes transtornos e desvalorização do imóvel, pois é um problema muitas vezes difícil de encontrar sua origem e nem sempre possível de agir de forma eficaz para resolvê-lo. As infiltrações podem causar diversas manifestações patológicas, tais como: manchas, mofos e fissuras em paredes e lajes, descolamento de cerâmicas, bolhas em pintura entre outros.

Segundo Nazário e Zancan (2011), o termo Patologia tem origem grega *páthos* = doença e *logos* = estudo, e, portanto, pode ser entendido como o estudo da doença. Na construção civil pode-se atribuir patologia ao estudo da identificação das causas e dos efeitos dos problemas encontrados em uma edificação, elaborando seu diagnóstico e correção. Um diagnóstico adequado de uma manifestação patológica deve indicar em que etapa do processo construtivo teve origem o fenômeno que desencadeou o problema, podendo constar as possíveis correções, tanto para evitar o seu reaparecimento quanto a sua propagação.

Para prevenir as manifestações patológicas oriundas da presença de umidade, é recomendada a realização de impermeabilização nas edificações, que consiste em procedimentos construtivos específicos que são executados na etapa correta da construção do empreendimento. Essas impermeabilizações são feitas em locais onde há incidência de água, por exemplo, em coberturas, banheiros e cozinhas.

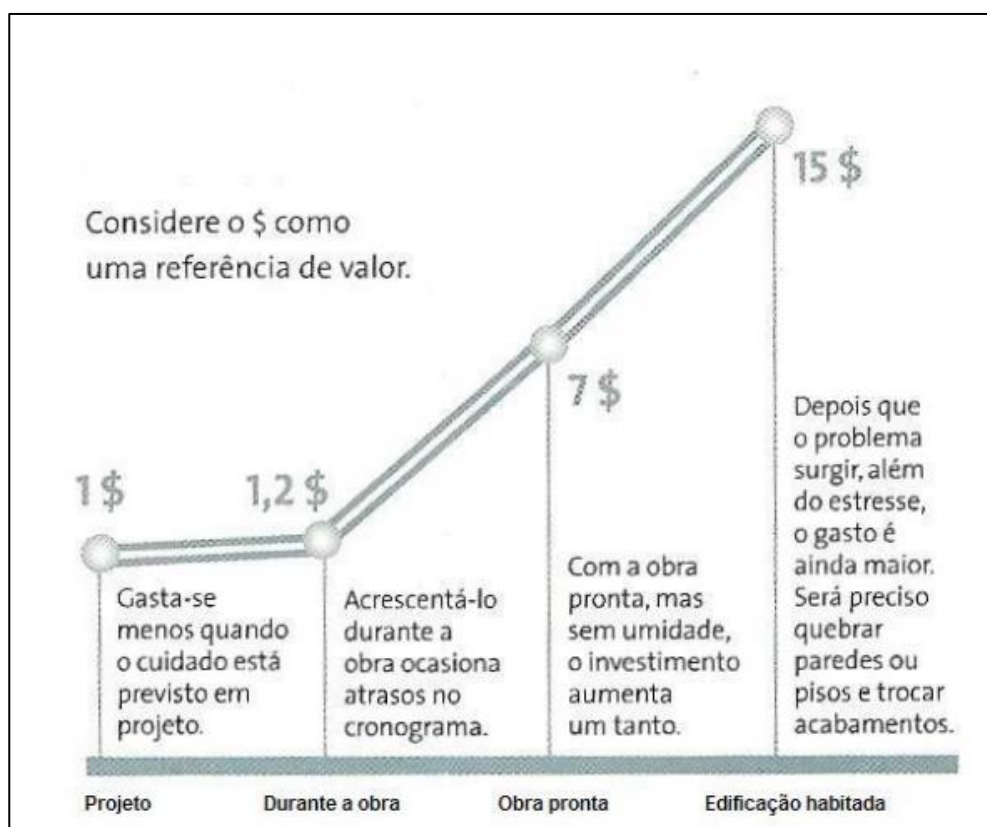
De acordo com a NBR 9575 – Impermeabilização – Seleção e projeto,

A impermeabilização deve ser projetada de modo a evitar passagem de fluidos e vapores nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrados ou não outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de estanqueidade (ABNT, 2010, p. 11).

No Brasil, as primeiras impermeabilizações utilizavam óleo de baleia na mistura de argamassas para o assentamento de tijolos e revestimentos das paredes das obras que necessitavam desta proteção. Mas foi em 1975 que ganhou impulso, com a construção do metrô da cidade de São Paulo, onde surgiu a necessidade de normalização (IBI, 2017).

Como a impermeabilização é um processo que é feito antes das etapas de acabamentos das construções, torna-se imprescindível realiza-lo no momento certo e de acordo com o projeto. Caso uma construção tenha alguma área que requer estanqueidade e a mesma não possuir projeto e/ou não executar durante a obra as impermeabilizações devidas, o custo para sua execução torna-se mais alto depois que o problema surgir (RIGHI, 2009). A Figura 1 ilustra uma comparação de gastos entre essas situações.

Figura 1 – Custo das impermeabilizações em diferentes etapas da edificação



Fonte: (RIGHI, 2009)

Uma impermeabilização realizada da forma correta exige um projeto completo e adequado para cada situação, de forma a contemplar detalhadamente todo o processo, deixando explícito como cada etapa deve ser realizada. O projeto executivo de impermeabilização deve possuir: plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo; detalhes específicos e genéricos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização; detalhes construtivos que descrevam graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura; memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização,

memorial descritivo de procedimentos de execução; planilha de quantitativos de materiais e serviços (ABNT, 2010).

É de extrema importância garantir que as impermeabilizações sejam realizadas conforme descrito no projeto, seguindo todas as etapas e materiais designados. Uma forma de garantir que se execute corretamente é através de inspeções regulares. Muitas construtoras possuem a rotina de verificar a qualidade dos serviços realizados por seus funcionários. Essas inspeções tornam-se essenciais para garantir que a construção seja entregue com a melhor qualidade possível aos clientes. Quando não existe um controle ou o controle não é bem-feito, podem ocorrer erros de execução que perduram até o momento em que o cliente recebe seu imóvel e, durante o uso, percebe as tão indesejáveis manifestações patológicas de infiltrações.

1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo identificar as manifestações patológicas decorrentes de infiltrações em unidades habitacionais recém entregues aos moradores de um condomínio residencial localizado em Porto Alegre/RS, entender as origens e as causas e, a partir de referências teóricas, propor correções no método construtivo atual da construtora através de revisão das instruções de trabalho, visando a prevenção destas manifestações.

1.2 DELIMITAÇÃO

Este relatório técnico irá abordar dois métodos de impermeabilização adotados pela construtora, sendo o primeiro o sistema que a construtora realiza no banheiro da unidade habitacional, detalhando e especificando cada passo que é feito, principalmente na região do ralo do box. O segundo sistema tange a impermeabilização que é realizada na cobertura e platibanda da edificação.

1.3 LIMITAÇÃO

Foi feito um estudo de caso das manifestações patológicas observadas a partir de duas visitas técnicas realizadas em um condomínio residencial da construtora, finalizado em 2020 e recém entregue aos moradores. A primeira visita refere-se a um apartamento cujo morador abriu um chamado solicitando uma equipe técnica da construtora alegando estar com infiltração pelo forro do banheiro. A segunda visita foi realizada em um apartamento que ainda não estava ocupado e, durante a última inspeção (antes de entregar as chaves para o morador), a equipe técnica observou infiltrações no teto dos dormitórios. A definição dos casos analisados visou abordar falhas percebidas de forma rotineira pela equipe de entrega das unidades. A escolha destes possibilitou a identificação e melhoria de pontos específicos das Instruções de Trabalho.

2 METODOLOGIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO ADOTADO PELA CONSTRUTORA

A NBR 15575-3: Edificações habitacionais – Desempenho, Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos (ABNT, 2013) diz que áreas molháveis não são estanques e, portanto, o critério de estanqueidade não é aplicável, ficando apenas informado no Manual de Uso e Operação. Já as áreas molhadas, a norma preconiza que devem ser estanques, impedindo a passagem da umidade para outros elementos construtivos da habitação.

De acordo com a NBR 15575-3 (ABNT, 2013), áreas molhadas são locais cuja condição de uso e exposição poderá resultar na formação de lâmina de água (por exemplo, banheiro com chuveiro, área de serviço e áreas descobertas). Já as áreas molháveis são áreas da edificação que recebem respingos de água decorrente da sua condição de uso e exposição e que não resulte na formação de lâmina de água (por exemplo, banheiro sem chuveiro, cozinhas e sacadas cobertas). Sendo assim, as áreas molhadas necessitam receber impermeabilização para cumprir o requisito de estanqueidade.

A NBR 15575-5: Edificações habitacionais – Desempenho, Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas (ABNT, 2013) indica que o sistema de cobertura deve ser estanque à água de chuva, evitando a formação de umidade e a proliferação de insetos e microrganismos. Além disso, durante a vida útil de projeto do sistema de cobertura, não deve ocorrer a penetração ou infiltração de água que acarrete escoamento ou gotejamento, considerando-se todas as suas confluências e interações com componentes ou dispositivos (parafusos, calhas, vigas-calha, lajes planas, componentes de ancoragem, arremates, regiões de cumeeiras, espigões, águas furtadas, oitões, encontros com paredes, tabeiras e outras posições específicas, e subcoberturas), bem como os encontros de componentes com chaminés, tubos de ventilação, claraboias e outros, em face das movimentações térmicas diferenciadas entre os diferentes materiais em contato, aliados aos componentes ou materiais de rejuntamento.

Para os sistemas de coberturas impermeabilizados, a NBR 15575-5 (ABNT, 2013) indica que estes devem possuir projeto que especifique: todos os materiais necessários; condições de armazenagem e de manuseio; equipamentos de proteção individual necessários; acessórios, ferramentas, equipamentos, processos e controles envolvidos na execução do sistema de

impermeabilização; as normas utilizadas; forma de execução; detalhes construtivos e de fixação e todos os detalhes compatibilizados com as interfaces e interferências da cobertura

2.1 DESCRIÇÃO DA UNIDADE HABITACIONAL INSPECIONADA

O apartamento tipo do condomínio, objeto de estudo deste relatório, possui 41,19 m² de área privativa e é constituído por dois dormitórios, uma sala, um banheiro e uma cozinha com área de serviço. A Figura 2 mostra a planta baixa humanizada do apartamento com a disposição dos ambientes.

A edificação em questão, localizada na cidade de Porto Alegre/RS, possui térreo mais quatro pavimentos e foi inteiramente construída com paredes e lajes de concreto in loco, ou seja, não possui vigas nem pilares. Desta forma, a coluna hidrossanitária fica acondicionada em *shafts* de EPS (poliestireno expandido), enquanto que a distribuição é feita dentro de sancas de EPS na cozinha e forro de gesso acartonado no banheiro. A Figura 3 mostra a disposição da rede de esgoto no apartamento constituída por tubulações em PVC (policloreto de vinila) e a Figura 4 sua respectiva legenda.

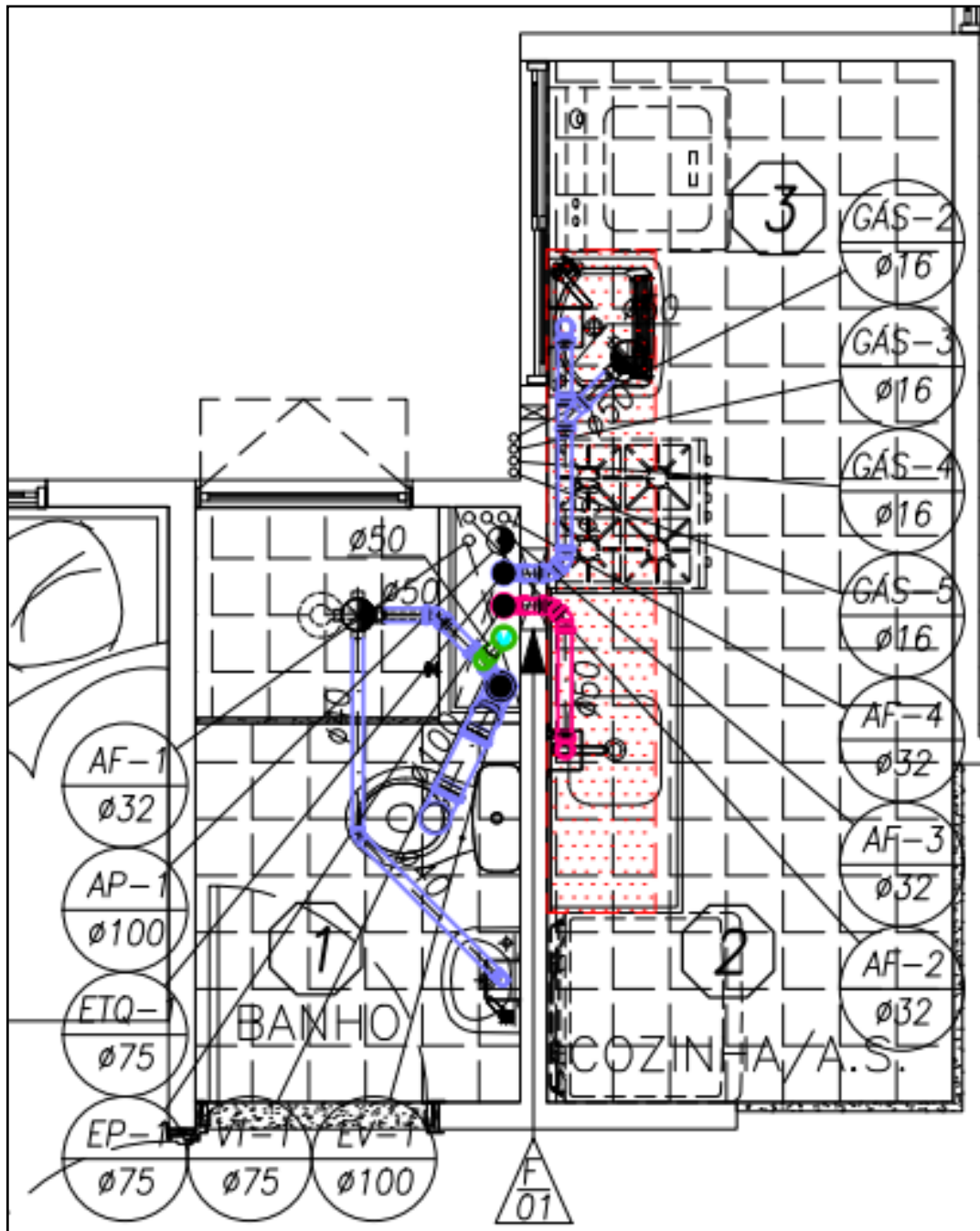
Neste levantamento, foram encontradas manifestações patológicas em três apartamentos, foram analisadas suas causas e propostas correções no método de impermeabilização adotado na construção para evitar essas futuras manifestações pós-obra.

Figura 2 – Planta baixa do apartamento



Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 3 – Rede de esgoto do apartamento tipo



Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 4 – Legenda das colunas hidrossanitárias

	COLUNA DE ESGOTO VENTILADO – PVC SÉRIE NORMAL
	COLUNA DE ESGOTO DA PIA – PVC SÉRIE REFORÇADA
	COLUNA DE ESGOTO DO TANQUE – PVC SÉRIE NORMAL
	COLUNA DE VENTILAÇÃO DE ESGOTO – PVC SÉRIE NORMAL
	COLUNA DE ÁGUAS PLUVIAIS – PVC SÉRIE REFORÇADA
	COLUNA DE GÁS – MULTICAMADA C/ PROTEÇÃO UV
	COLUNA DE INCÊNDIO – AÇO CARBONO
	COLUNA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA FRIA – PEX
	NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO DO AMBIENTE
	CHAMADA INDICATIVA DE FURAÇÃO EM PAREDE DE CONCRETO

Fonte: (Arquivo da construtora)

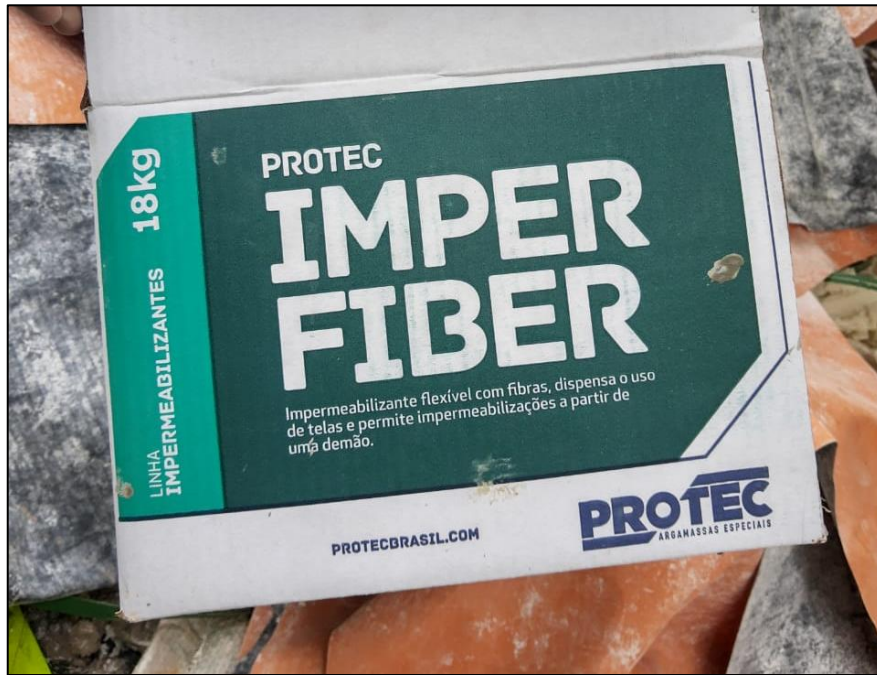
Nas áreas molhadas, ou seja, banheiro e cozinha, é feita impermeabilização com argamassa polimérica em todo piso.

Na embalagem do produto, o fabricante orienta que a base a ser impermeabilizada precisa estar limpa, isenta de pó, óleos ou qualquer substância que possa impedir a aderência do produto e totalmente seca. Além disso, a base deve também estar firme e com resistência. Antes de aplicar o produto, a base deve ser bem molhada até a saturação e evitando empoçamentos.

É indicado aplicar o produto com o auxílio de uma broxa, trincha, vassoura de cerda macia ou rolo de pelo baixo. Aplicar no mínimo duas e no máximo cinco demãos, garantindo que a tela seja totalmente coberta pelo produto.

O produto usado consta na Figura 5 e na Figura 6, a seguir.

Figura 5 – Embalagem do impermeabilizante (frente)



Fonte: (Foto da autora)

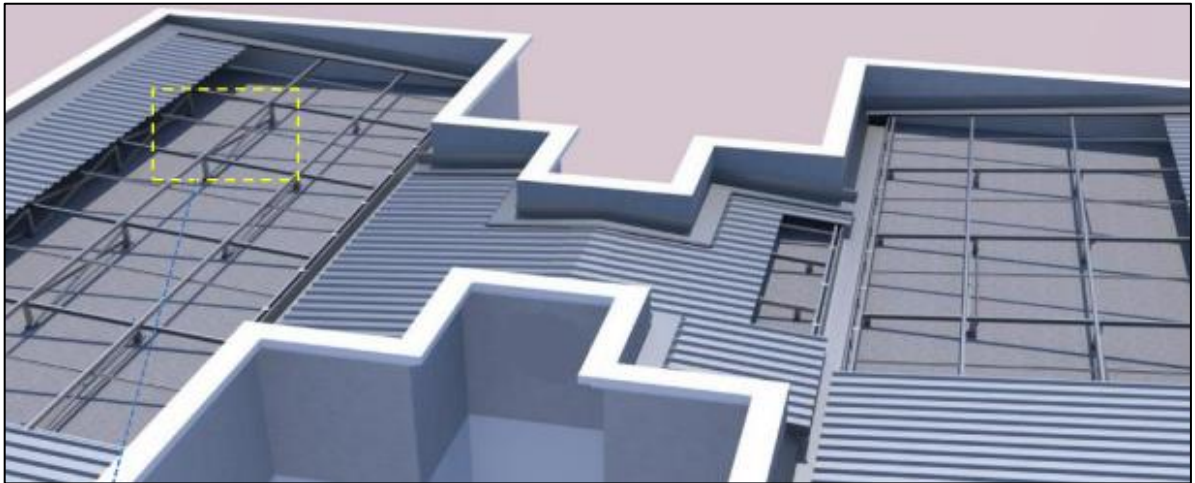
Figura 6 – Embalagem do impermeabilizante (verso)



Fonte: (Foto da autora)

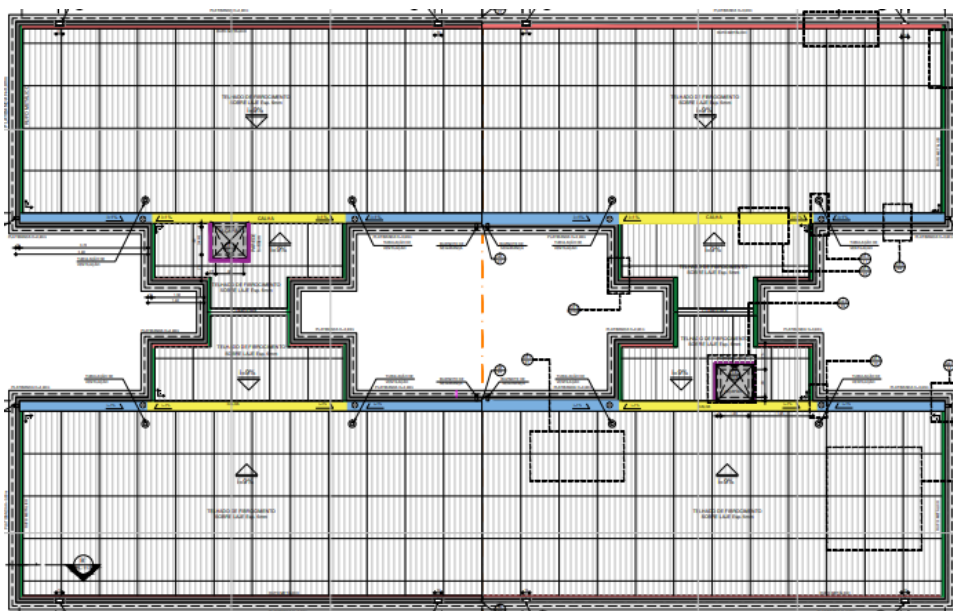
As torres da construtora normalmente são geminadas, assim, é feita uma única cobertura para as duas torres adjacentes, constituída por um telhado de fibrocimento de 6mm de espessura com inclinação de 9% e uma platibanda de 80 cm de altura com 30 cm de largura que envolve todo o perímetro do prédio, conforme podemos ver na Figura 8 e Figura 13, a seguir. A Figura 7 mostra em perspectiva a cobertura de duas torres geminadas.

Figura 7 – Perspectiva do telhado de uma das torres



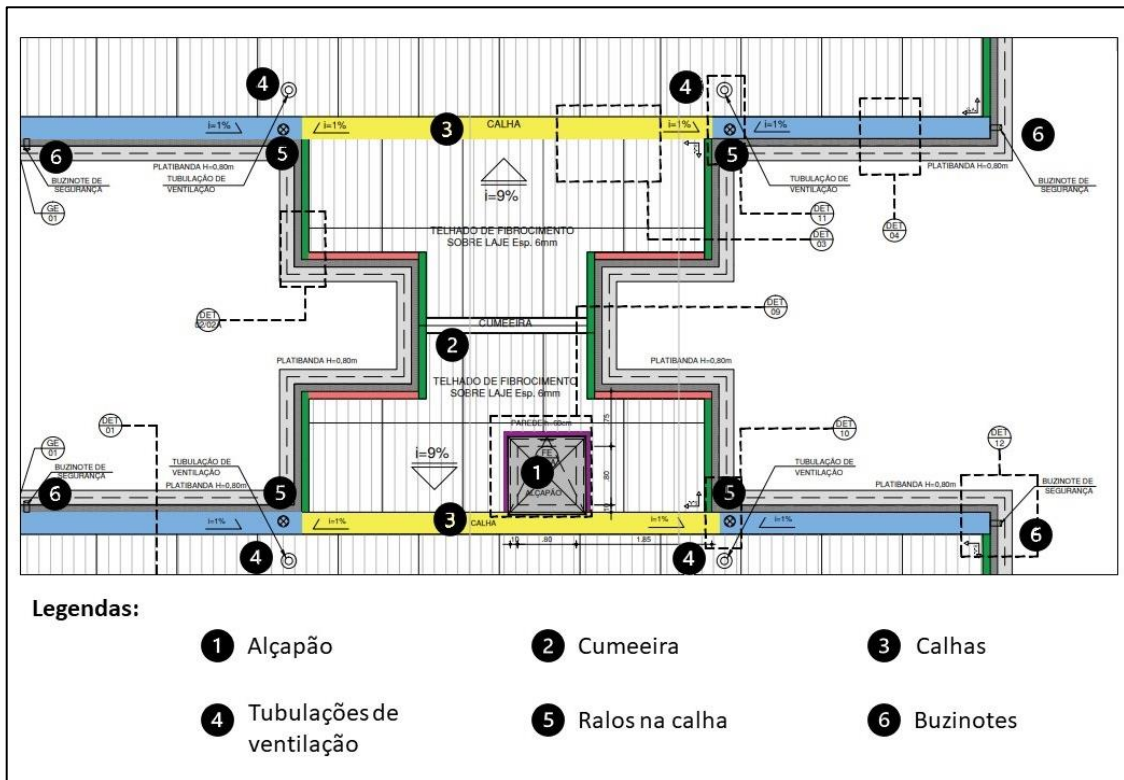
Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 8 – Planta da cobertura mostrando o telhado de duas torres adjacentes



Fonte: (Arquivo da construtora)

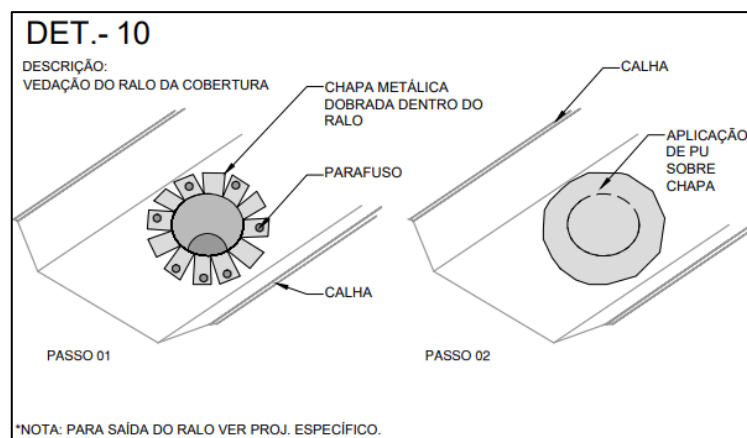
Figura 9 – Detalhamento dos componentes do telhado



Fonte: (Arquivo da construtora)

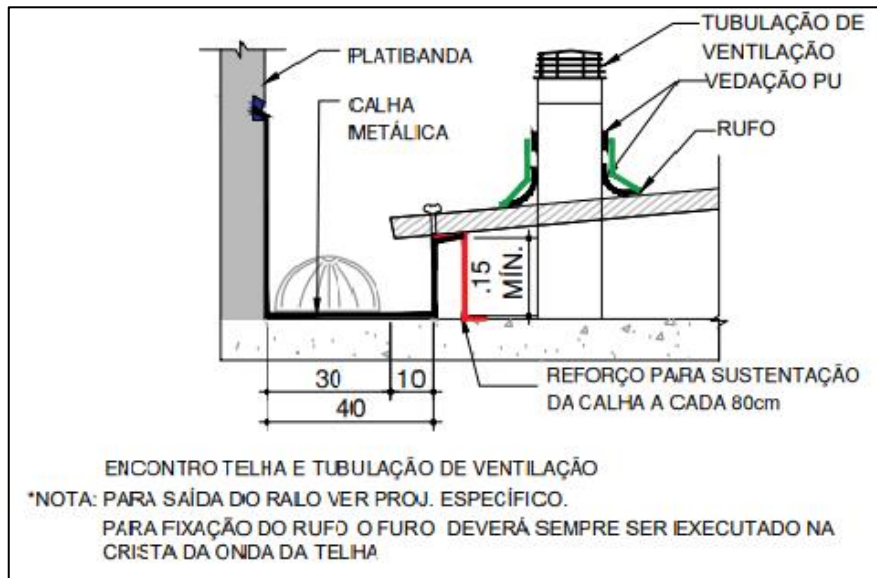
Conforme pode ser visto na Figura 8 e Figura 9, cada torre possui um alçapão, uma cumeeira central, duas calhas (azul e amarelo), quatro tubulações de ventilação, quatro ralos nas calhas e quatro buzínos de segurança. As Figura 10, Figura 11 e Figura 12 mostram os detalhes de alguns destes componentes do telhado.

Figura 10 – Detalhes do ralo na calha



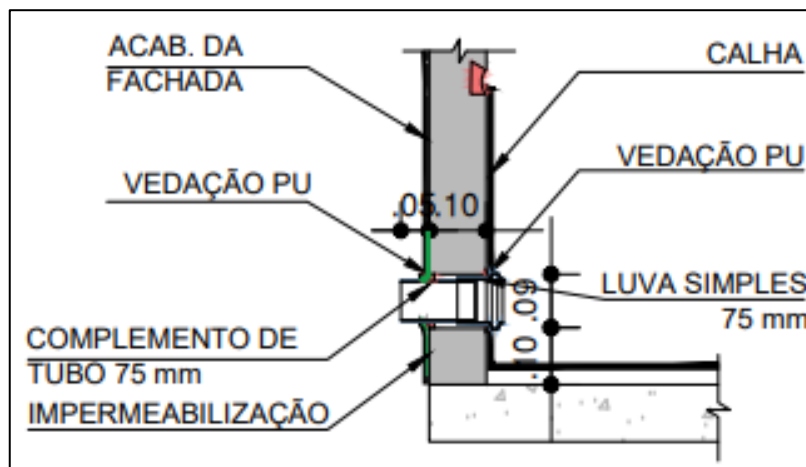
Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 11 – Detalhes da tubulação de ventilação



Fonte: (Arquivo da construtora)

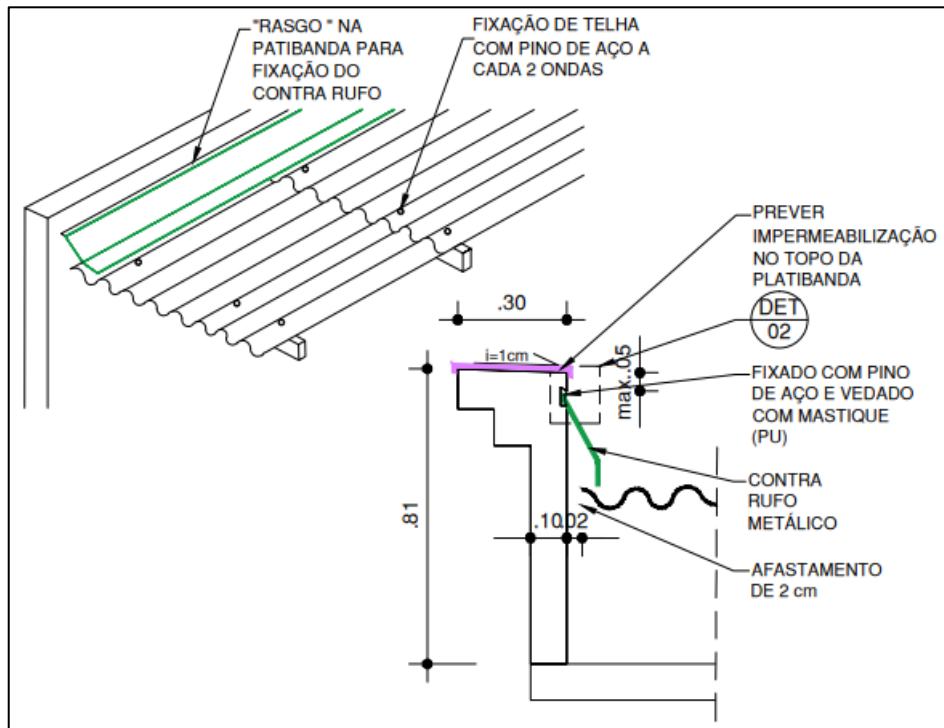
Figura 12 – Detalhes do buzinode



Fonte: (Arquivo da construtora)

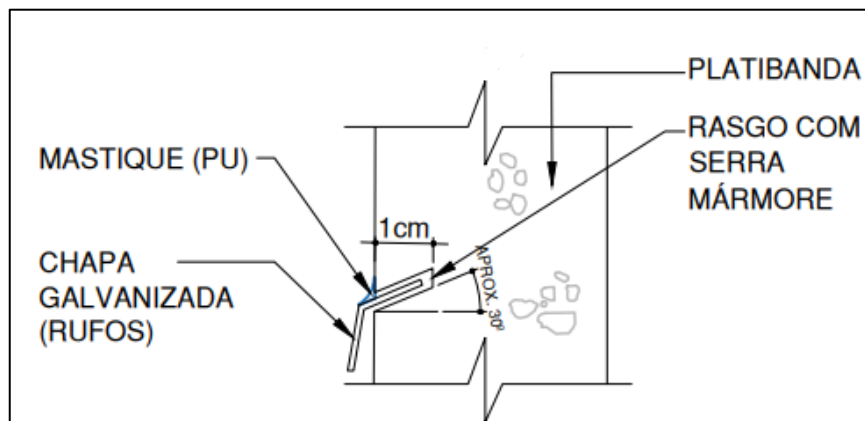
Em todo o contorno da cobertura no encontro da platibanda com a telha é realizado o detalhe de rufos para garantir a completa vedação do telhado nestas áreas. As Figura 13 e Figura 14 mostram esses detalhes construtivos. A Figura 15 mostra uma foto com o aspecto final do rufo.

Figura 13 – Detalhe de rufos com arremate na lateral da platibanda



Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 14 – Detalhe de fixação de rufo na platibanda



Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 15 – Aspecto final dos rufos



Fonte: (Arquivo da construtora)

O único lugar onde é feita impermeabilização na cobertura é no topo da platibanda (região superior da platibanda), cujo produto é o mesmo que o utilizado no banheiro (Figura 5 e Figura 6).

2.2 INSTRUÇÃO DE TRABALHO (IT)

A construtora possui documentos denominados de *IT – Instrução de Trabalho* contendo o passo a passo de todas as atividades, fotos e ilustrações, cuja finalidade é definir um padrão de execução e qualidade para todos os serviços realizados nas edificações, desde a concretagem até a limpeza final dos apartamentos. As IT's são disponibilizadas no sistema da construtora para a livre impressão, bem como em cadernos que são dispostos para a consulta de qualquer funcionário da empresa.

Além disso, existe o setor Engenharia de Qualidade, onde Engenheiros Civis estudam a qualidade dos serviços realizados na empresa, desenvolvem as IT's, promovem treinamento para estagiários e exercem a melhoria contínua, atualizando, sempre que necessário, estas instruções.

2.3 METODOLOGIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

O processo executivo adotado pela construtora para impermeabilizar o banheiro da unidade habitacional e a platibanda que compõe a cobertura está apresentado neste item, baseado na IT de Impermeabilização de banheiro e na IT de Impermeabilização da cobertura.

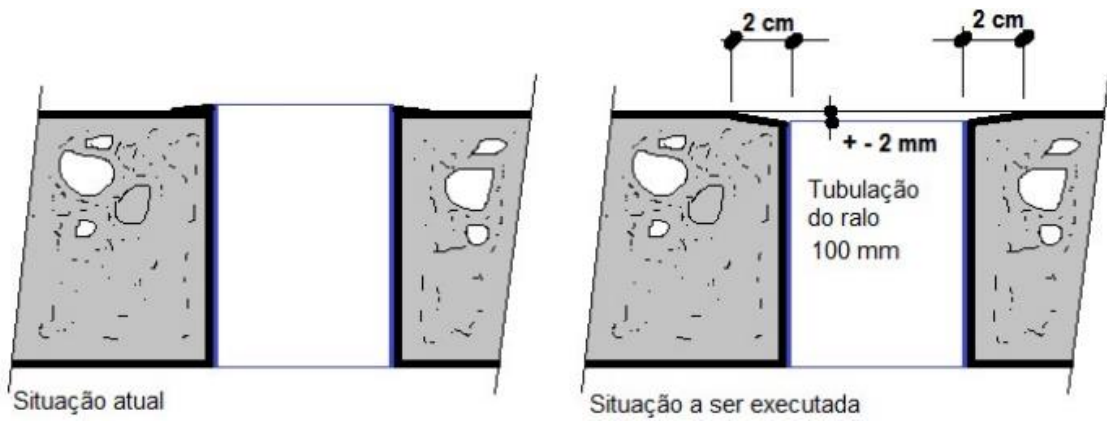
2.3.1 Impermeabilização do banheiro

O sistema de impermeabilização da área do banheiro está subdividido na IT em 4 partes, descritas a seguir.

1. Preparação do serviço:

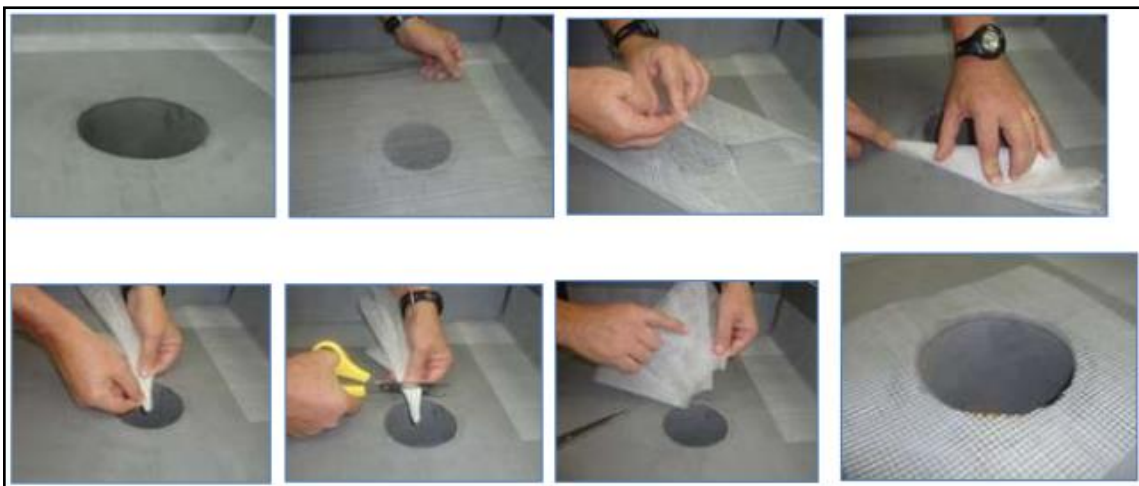
- a) Remover eventuais segregações de concreto, massa ou qualquer outro material na região de aplicação da impermeabilização. Utilizar espátula ou cavador reto, quando necessário.
- b) Superfície limpa e seca, isenta de pó, elementos soltos, gordura e sem porosidade.
- c) Na área de aplicação, deve-se preservar superfície regular, aspecto homogêneo, plano, nivelado e no prumo. Não deve haver nichos, cavidades, fissuras, esfrelamento ou pontos de gravata/pinos de placa abertos. Caso necessário, providenciar regularização com argamassa e espátula.
- d) Se a tubulação do ralo da área de serviço não estiver no mesmo nível do piso, cortar rente à laje utilizando a esmerilhadeira angular (usar luva anticorte).
- e) Escarear o concreto no entorno dos ralos, conforme Figura 16.
- f) Após isso, aspirar toda a área de aplicação da impermeabilização com o aspirador industrial.
- g) Preparar as telas de estrutura da borda do ralo e tela margarida, conforme Figura 17 e Figura 18, respectivamente, seguindo as medidas exibidas nos detalhes, conforme Figura 19 e Figura 20. Na sequência, preparar o impermeabilizante conforme instruções indicadas pelo fabricante. Utilizar misturador helicoidal para garantir a homogeneidade da mistura. Para as atividades que requer execução ajoelhado, o operador deve fazer uso da joelheira para proteção, evitando risco de lesão.

Figura 16 – Escareação do ralo



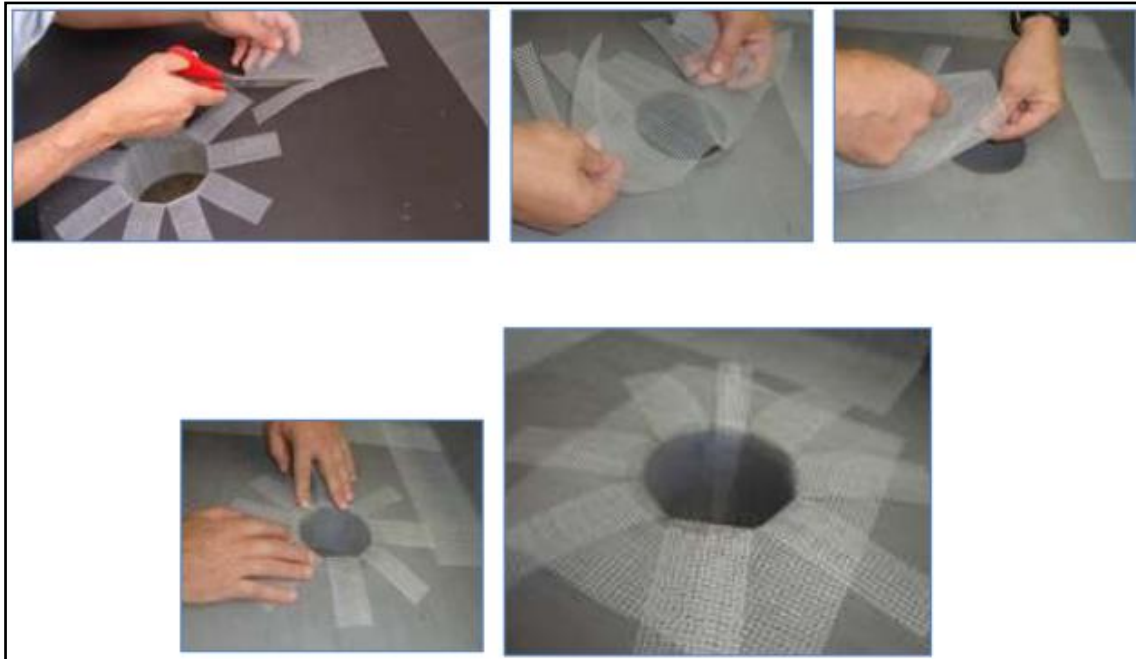
Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 17 – Confeção da tela de borda



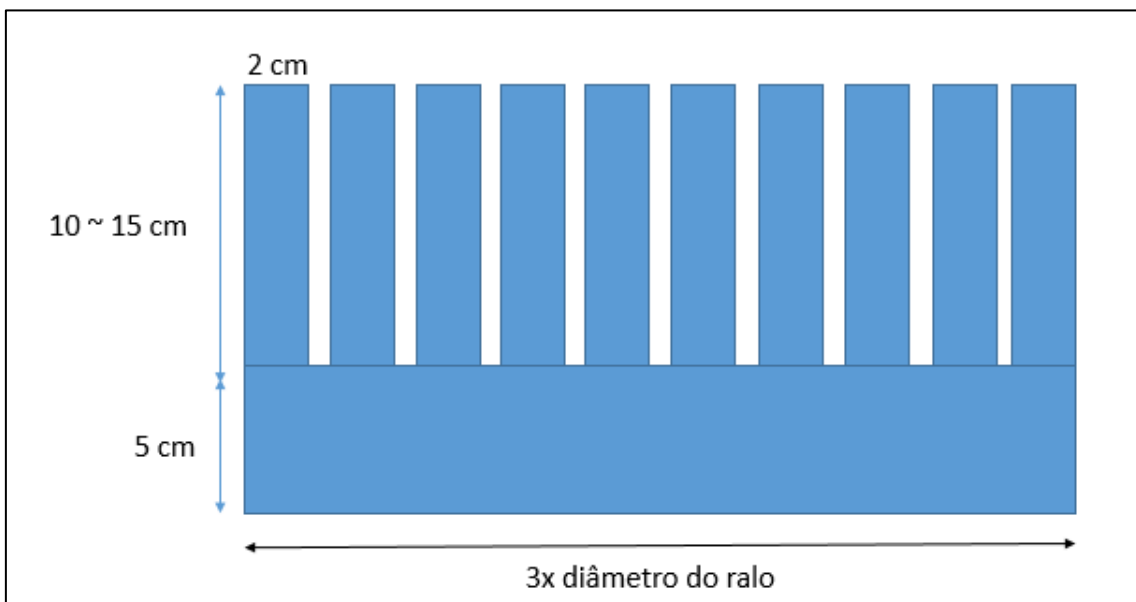
Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 18 – Confecção da tela margarida



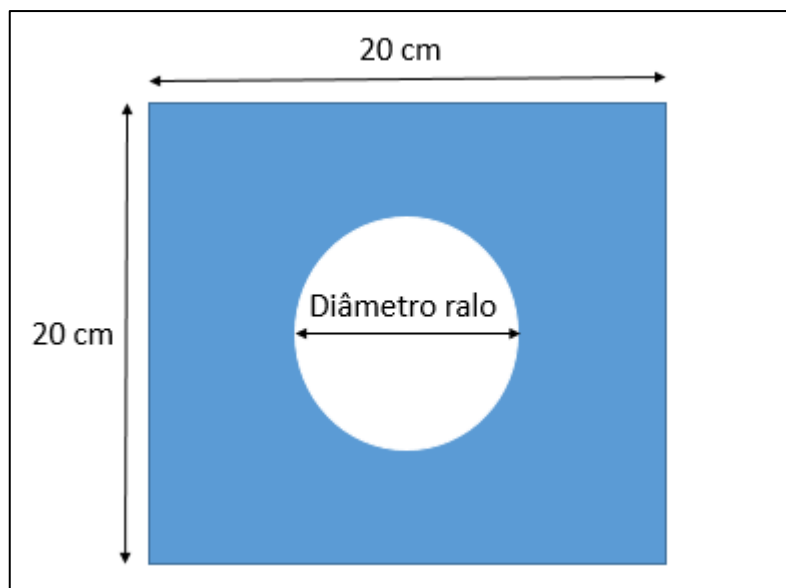
Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 19 – Detalhe da tela margarida



Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 20 – Detalhe da tela de borda

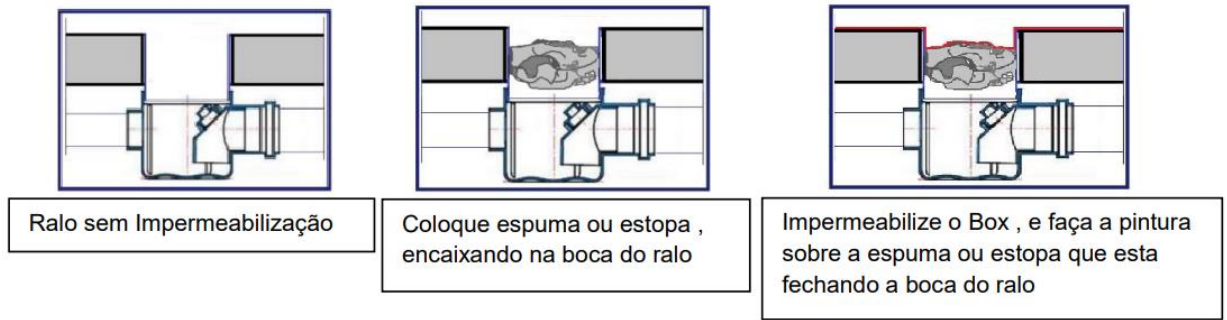


Fonte: (Arquivo da construtora)

2. Aplicação do impermeabilizante – Ralo do box do banheiro

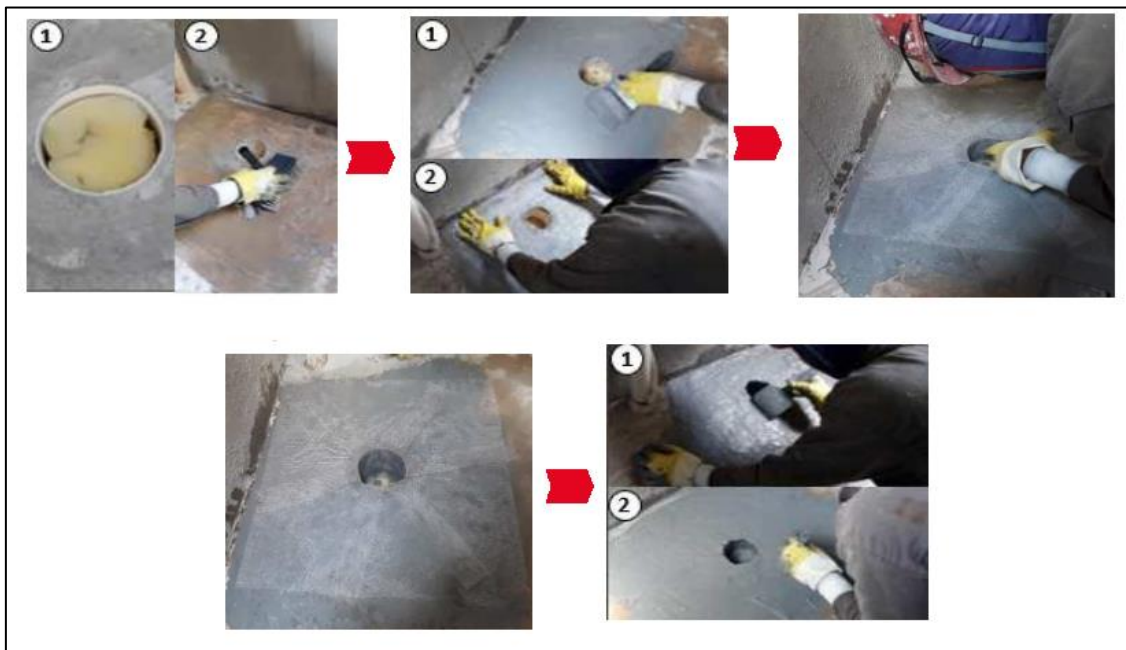
- a) Com a boca de ralo limpa e aspirada, colocar um bloco de espuma (Figura 23) no interior do tubo do ralo (a 5cm de distância da borda). Com a trincha úmida embebida de impermeabilizante, umedecer a superfície. Este processo pode ser visto na Figura 21.
- b) Aplicar uma camada fina de impermeabilizante sobre a área do ralo.
- c) Na sequência, posicione a tela de bordo e em seguida a tela margarida no perímetro interno do ralo, unindo as pontas da parte não cortada e fazendo uma “margarida”, com as pétalas para cima (sobre a laje). Na sequência, finalizar a demão de impermeabilização com o pincel, recobrindo toda a área de tela, dentro e fora do ralo. (Jamais deve-se deixar tela aparente (recobrimento total com impermeabilizante, sem acúmulo no copo).
O processo de execução pode ser visto na Figura 22.

Figura 21 – Orientações para utilização do bloco de espuma no ralo



Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 22 – Impermeabilização do ralo



Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 23 – Bloco de espuma



Fonte: (Leroy Merlin)

3. Aplicação do impermeabilizante – Piso e parede

- a) Com a trena, demarcar rodapé de 40cm para avanço da impermeabilização sobre o *shaft* e a parede, na área do box. No resto do banho, a marcação nas paredes deve ser de 20cm. Certificar-se de que nesta região não há imperfeições construtivas. Caso houver, solicitar os devidos reparos.
- b) Na mureta divisória entre banheiro e box, pincelar a meia cana entre a peça x chão com impermeabilizante, cortar tela com largura de 9cm e comprimento de acordo com o comprimento da mureta divisória. Aplicar a tela na área de meia cana, 3cm sobre a mureta divisória e 6cm no piso. Aguardar secar para pintar impermeabilizante sob a tela. Repetir procedimento para emenda entre *shaft* x piso, onde a tela deve ter 20 cm de altura x 10 cm de largura.
- c) Com o trinchão/broxa, aplicar impermeabilizante na área da parede, conforme a marcação de rodapé impermeabilizado definida no item a. Após impermeabilização de todo o rodapé do banho, avançar com a aplicação também no piso, para que a “emenda” entre a impermeabilização de piso e parede não fique sobre os cantos.
- d) Aplicar impermeabilizante sobre o piso com o trinchão/broxa e cabo de vassoura, partindo da área do box para a área da porta de entrada dos banhos. Limpar a mureta divisória com espuma, para que o impermeabilizante não fique impregnado na peça, assim como os tubos de PVC e PEX dos respingos de impermeabilizante. Utilizar pincel nos pontos de difícil acesso. A Figura 24 mostra a execução.

Figura 24 – Impermeabilização piso e parede

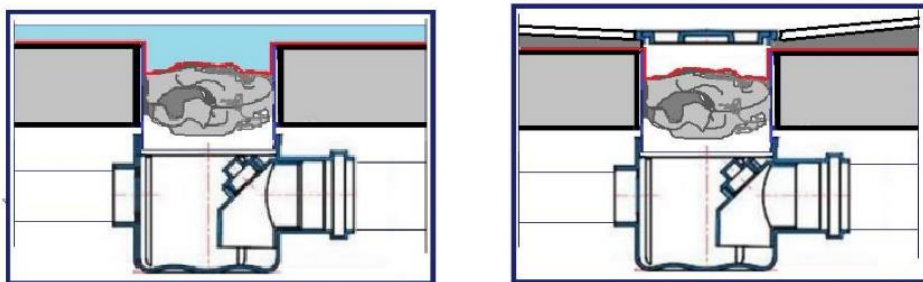


Fonte: (Arquivo da construtora)

4. Teste de estanqueidade

Após o tempo de secagem da impermeabilização (ver conforme fabricante do produto utilizado), preencher a área do box com água formando uma lâmina até o topo da mureta divisória. Aguardar 72h – em caso de não haver vazamento, furar o centro da espuma e permitir o escoamento da água e repetir o procedimento de impermeabilização. O processo pode ser visto na Figura 25.

Figura 25 – Teste de estanqueidade



Realize o teste de estanqueidade c/ uma lamina d'agua Após 72h, faça a verificação se houve vazamentos em caso negativo ou positivo retire a agua e em caso negativo aplique o acabamento em caso positivo realize as etapas anteriores novamente; Par retirar a agua faça um furo na espuma ou estopa. Retire a espuma somente quando da realização da limpeza do Apto.

Fonte: (Arquivo da construtora)

O aspecto final da impermeabilização do banheiro pode ser visto na Figura 26.

Figura 26 – Impermeabilização executada no banheiro



Fonte: (Foto da autora)

2.3.2 Impermeabilização na platibanda

De acordo com a IT de Impermeabilização da platibanda da construtora, o processo divide-se em 2 etapas:

1. Preparação do serviço

- a) Remover eventuais segregações de concreto, massa ou qualquer outro material na área de aplicação da impermeabilização. Utilizar espátula ou cavador reto, quando necessário.
- b) A região de aplicação deve ter superfície regular, aspecto homogêneo plano, nivelado e no prumo. Não deve haver nichos ou cavidades, fissuras ou esfarelamento. Caso necessário, providenciar tratamento. As passagens das gravatas devem estar tratadas.

Gravatas são peças metálicas utilizadas para fazer o fechamento das fôrmas metálicas e, depois de concretada a parede e retirada essa peça, permanece um furo no local que deve ser fechado com argamassa. A Figura 27, a seguir, mostra a peça metálica em questão.

Figura 27 – Gravata na parede de concreto



Fonte: (Foto da autora)

- c) Na sequência, preparar o impermeabilizante conforme instruções indicadas pelo fabricante. Utilizar misturador helicoidal para garantir a homogeneidade da mistura, conforme Figura 28 e Figura 29.

Figura 28 – Preparação do impermeabilizante



Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 29 – Mistura do impermeabilizante



Fonte: (Arquivo da construtora)

- d) Com a broxa/trinchão ou vassoura, remover a poeira e outras partes soltas sobre a área de impermeabilização (conforme Figura 30). Certifique-se que a superfície esteja totalmente limpa.

Figura 30 – Limpeza da superfície



Fonte: (Arquivo da construtora)

2. Aplicação do impermeabilizante na crista de platibanda

- a) Com o trinchão/broxa, aplicar impermeabilizante na área da superfície/topo da platibanda (crista), em uma camada uniforme. Nas arestas da platibanda, utilizar o pincel para aplicar o impermeabilizante garantindo o recobrimento total e uniforme. Não se aplica o impermeabilizante por cima das juntas de dilatação. Este processo está ilustrado na Figura 31.

Figura 31 – Impermeabilização no topo da platibanda



Fonte: (Arquivo da construtora)

- b) Avançar sobre toda extensão da platibanda. Em 24h após a execução, o tratamento deve estar isento de qualquer mancha ou sinal de umidade.

3 RELATO DOS PROBLEMAS DETECTADOS

Pelos procedimentos adotados pela construtora da edificação em estudo, assim que as equipes terminam de construir o condomínio, elas migram para a próxima obra, enquanto uma outra equipe fica responsável até a liberação do Habite-se para entregar o condomínio ao síndico e aos moradores. Nesta fase de entrega, a equipe designada realiza as últimas inspeções e vistorias com os clientes em seus respectivos apartamentos. Em uma destas visitas, a equipe técnica da construtora detectou uma infiltração no teto dos dormitórios em um dos apartamentos, o que deixou a laje superior completamente úmida e manchada. Esta umidade estava relacionada com o sistema de cobertura, pois o apartamento estava localizado no último andar.

Após a entrega do condomínio, uma outra equipe técnica fica responsável pelas manutenções, realizadas através dos chamados dos moradores quando estes detectam algum problema durante o seu uso no apartamento. Em um destes chamados, o morador solicitou uma visita técnica da construtora alegando estar ocorrendo uma infiltração no forro de seu banheiro.

Estas duas situações foram selecionadas para serem o objeto de estudo deste relatório, pois permitiriam analisar os procedimentos estabelecidos pelas Instruções de Trabalho adotadas pela empresa em relação à execução dos sistemas de impermeabilização, focando nas ocorrências consideradas críticas: impermeabilização da região do box do banheiro e impermeabilização da cobertura.

A partir destas duas visitas, realizaram-se levantamentos fotográficos, visando identificar as causas, os quais serão apresentados a seguir.

3.1 INFILTRAÇÃO PELO RALO DO BANHEIRO

A construtora possui um setor destinado a atender a demanda proveniente dos clientes pós-obra que abrem chamados solicitando reparos previstos dentro da garantia de seu apartamento, quando estes apresentam problemas relacionados à construção.

Um morador acionou este setor alegando possuir infiltração em seu banheiro. A equipe técnica dirigiu-se para o apartamento para inspecionar o problema relatado. Ao chegar lá, observou que o forro do banheiro apresentava umidade. Ao abrir o forro, notou-se que a laje do banheiro da unidade habitacional acima apresentava umidade em volta do ralo, conforme Figura 32.

Figura 32 – Infiltração da laje superior do banheiro



Fonte: (Foto da autora)

Em seguida a equipe técnica se dirigiu para o apartamento superior, para verificar a situação do ralo no box, e o que se constatou foi que este não estava totalmente vedado na interface com a laje. Além disso, percebe-se que a impermeabilização se encontra fissurada e totalmente desprendida da laje, conforme pode ser vista na Figura 33.

Figura 33 – Ralo box banheiro



Fonte: (Arquivo técnico da construtora)

Evidentemente, a percolação da água ocorria por esta fresta entre a laje e a tubulação toda vez que o chuveiro fosse utilizado.

A partir da experiência vivida na construtora, a hipótese mais provável é de que a equipe de impermeabilização executou o ralo conforme as Instruções de Trabalho, colocando o box em teste de estanqueidade, e este sendo aprovado para dar continuidade às atividades seguintes. Porém, considerou-se que a equipe de limpeza final despreendeu o ralo da laje ao tentar limpar o local pois, como o bloco de espuma ali colocado durante a execução fica numa consistência mais rígida por conta do impermeabilizante absorvido e seco, a equipe faz o uso de talhadeira e martelo para retirar todo o resíduo da espuma que fica grudado no ralo. Desta forma, o ralo pode ser danificado ao fazer a limpeza da espuma e, muitas vezes, a estanqueidade não é conferida novamente após a limpeza final do apartamento.

Outra hipótese, também viável, é de que a fresta tenha acontecido devido à má fixação do tubo de nylon que serve como molde para a abertura do ralo durante a concretagem. Este tubo, por vezes, acaba se movimentando durante a concretagem, gerando uma abertura maior e/ou distorcida do diâmetro da tubulação do ralo. Se o operador não corrigir esta fresta antes de realizar a impermeabilização, o ralo não ficará completamente fixado, levando a movimentações que poderiam resultar na ruptura desta, mesmo que fosse realizada de acordo com o item 4.1. É importante mencionar também que o procedimento da construtora não menciona a verificação, por parte do executor da impermeabilização, de existência ou não de não conformidade entre a tubulação do ralo e o diâmetro do furo na laje de concreto armado. Esta não conformidade impede a execução correta do sistema de impermeabilização neste local.

3.2 INFILTRAÇÃO PELO TELHADO

A equipe técnica responsável por entregar o condomínio tem como objetivo inspecionar todos os apartamentos, halls, escadas, calçadas, portaria, casa de bombas, paisagismo, etc.; e realizar todos os reparos necessários. Além disso, esta equipe acompanha também vistorias de clientes, bombeiros e concessionárias para obter o Habite-se.

Em uma destas inspeções das unidades habitacionais, um apartamento do último andar apresentou muita infiltração pelo teto dos dormitórios, conforme pode ser visto na Figura 34.

Figura 34 – Infiltração no teto dos dormitórios



Fonte: (Foto da autora)

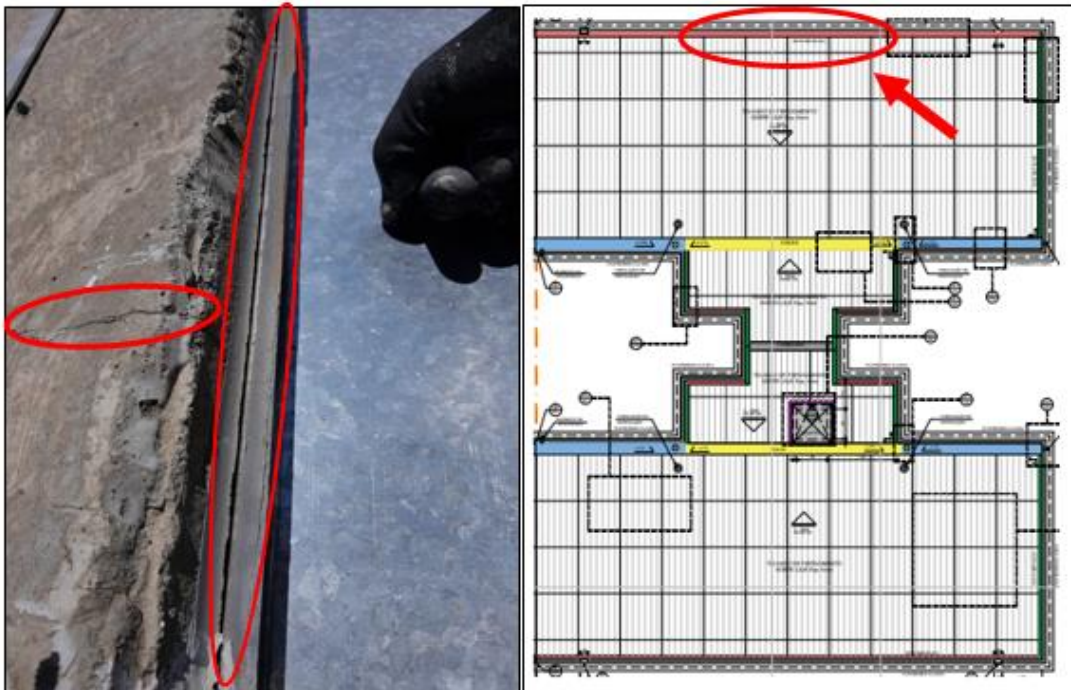
A laje superior ficou completamente manchada com uma cor alaranjada e visivelmente observou-se gotejamento, o que fez inundar o piso.

A equipe técnica subiu para a cobertura para inspecionar o telhado e tentar encontrar possíveis falhas de vedação e/ou impermeabilização que pudesse causar toda essa infiltração nesta unidade habitacional. Foram inspecionados possíveis pontos de entrada de umidade:

- Fissuras, rachaduras ou buracos nas telhas;
- Fissuras na impermeabilização na crista da platibanda;
- Calhas e tubulações mal fixadas;
- Parafusos e rufos sem PU (Poliuretano) e/ou com falhas, fissuras ou descolamentos;
- Transpasse dos rufos com a telha de fibrocimento.

Diante de todas as inspeções, foram encontradas fissuras na impermeabilização, bem como em no selamento com PU nos rufos, conforme pode ser visto na Figura 35, a seguir.

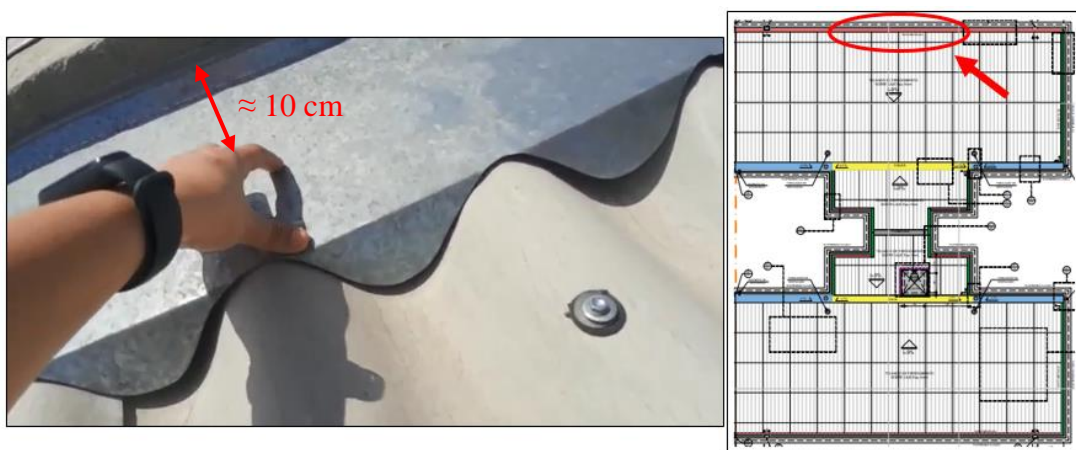
Figura 35 – Fissuras na platibanda e no selamento do rufo



Fonte: (Foto da autora e arquivo da construtora)

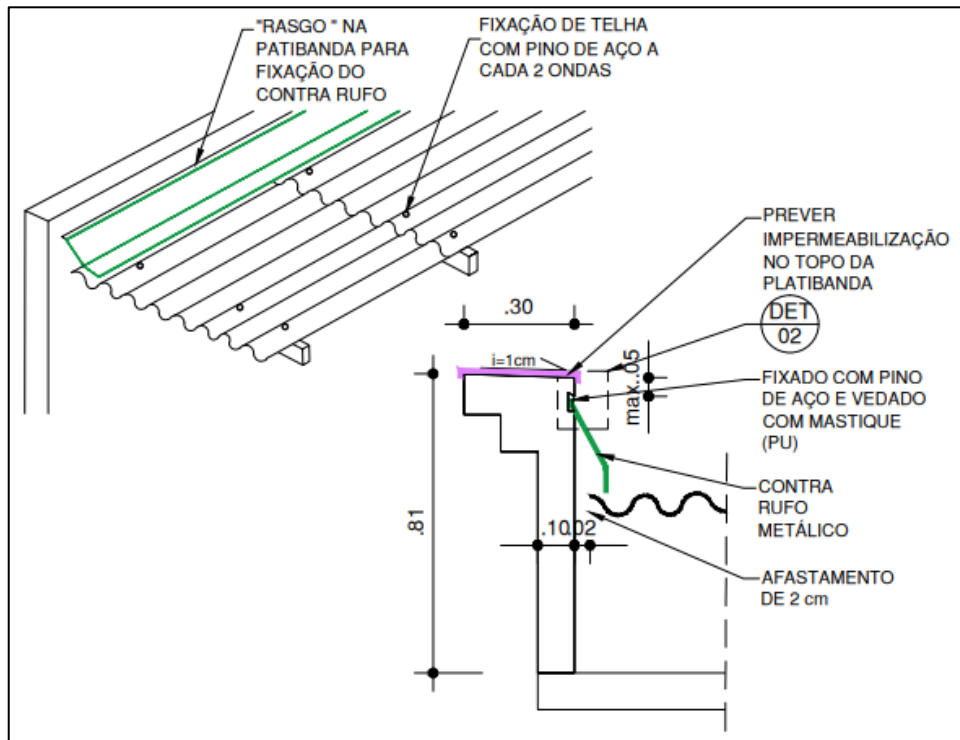
Outra falha encontrada foi a distância entre a platibanda e o início da telha que era cerca de uns 10 cm (Figura 36), enquanto que o projeto indica 2 cm (Figura 37).

Figura 36 – Transpasse entre rufo e telha encontrado durante inspeção



Fonte: (Foto da autora e arquivo da construtora)

Figura 37 – Detalhe do projeto que mostra afastamento de 2 cm entre platibanda e telha



Fonte: (Arquivo da construtora)

Figura 38 – Telha vista por baixo do rufo



Fonte: (Foto da autora)

Este mesmo espaçamento se repetia ao longo de todo comprimento da platibanda, que pode ser vista na Figura 39, o que pode ter causado toda a infiltração nesta região. Através deste espaço (Figura 38) aconteceu a entrada de água da chuva, principalmente com a ocorrência de vento.

Figura 39 – Extensão do rufo no telhado



Fonte: (Foto da autora)

4 ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS ADOTADOS PELA CONSTRUTORA

A NBR 9575 Impermeabilização – Seleção e projeto (ABNT, 2010) diz que o sistema de impermeabilização a ser empregado é determinado a partir da solicitação imposta pelo fluido nas partes construtivas que requeiram estanqueidade. A solicitação pode ocorrer de quatro formas distintas: imposta pela água de percolação; imposta pela água de condensação; imposta pela umidade do solo e, por fim, imposta pelo fluido por pressão unilateral ou bilateral.

Além disso, as impermeabilizações podem ser classificadas em rígidas ou flexíveis. Os materiais rígidos são argamassa ou concreto com a incorporação de aditivos químicos na hora da cobertura. São comercializados sob a forma de cimentos poliméricos, cristalizantes e resinas epóxis. Este tipo de impermeabilização é indicado em locais onde há pouca mobilidade da estrutura, como por exemplo, fundações, pisos internos em contato com o solo, piscinas aterradas e contenções (FIBERSALS, 2018).

Já os materiais flexíveis, consistem em mantas pré-moldadas ou misturas moldadas no local, feitas com fibra flexível de poliéster. Quando secam, essas estruturas funcionam como uma membrana protetora. Estes tipos de sistema são indicados para locais de maior movimentação estrutural, grande circulação de pessoas ou cargas, espaços sujeitos a rachaduras e ao sol, lajes, terraços, estacionamentos e pátios, reservatórios suspensos de água, cozinhas, piscinas e banheiros (FIBERSALS, 2018).

As Instruções de Trabalho (IT's), que especificam os procedimentos de impermeabilização da construtora, atendem a NBR 9575 (ABNT, 2010) de forma geral. Mas o correto desempenho de um sistema de impermeabilização muitas vezes está nos detalhes da execução deste sistema.

A seguir, serão analisadas as falhas descritas nos itens 3.1 e 3.2, visando propor modificações nas IT's, buscando o aprimoramento destas instruções.

4.1 IMPERMEABILIZAÇÃO NO RALO DO BANHEIRO

A construtora utiliza na impermeabilização do banheiro argamassa polimérica. De acordo com a DENVER (2010), a argamassa polimérica é bicomponente, à base de cimento, agregados minerais inertes, polímeros acrílicos e aditivos, formando um revestimento com propriedades impermeabilizantes.

A argamassa polimérica pode ser utilizada em áreas com constante presença de água ou permanentemente úmidas, como reservatórios de concreto de água potável apoiados ou elevados, piscinas de concreto enterradas, espelhos d'água enterrados, paredes internas de *drywall*, áreas molhadas e molháveis elevadas como banheiros, cozinhas, lavanderias, áreas de serviços, barriletes, lavabos, sacadas apoiadas, terraços e varandas gourmet cobertas (VIAPOL, 2021).

Por ser uma argamassa, a grande vantagem é a facilidade de aplicação, tornando versátil a utilização em diversos locais. Algumas desvantagens incluem: pouca durabilidade, baixa resistência à grandes movimentações térmicas e uma menor garantia (FIBERSALS, 2018).

A argamassa polimérica é indicada como impermeabilizante neste caso pois a laje do banheiro possui 2,40 m² de área, ou seja, uma pequena dimensão, e localiza-se na região interna do edifício, sujeita a pequenas movimentações térmicas.

Em regiões com movimentações e detalhes construtivos como ralos e cantos de paredes, o uso de tela de reforço é essencial para estruturar o sistema de impermeabilização, aumentando a resistência ao rasgo e à tração. Esta tela de reforço confeccionada em poliéster deve ser usada em encontros de pisos e paredes, concreto e alvenaria, nas interfaces dos ralos, em tubulações passantes e no reparo de fissuras (MC-BAUCHEMIE, 2020).

A argamassa polimérica Protec Imper Fiber utilizada pela construtora (Figura 5) é um impermeabilizante flexível com fibras, dispensa o uso de telas, permite impermeabilizações a partir de uma demão e é indicada para impermeabilização de lajes de concreto armado (PROTEC, 2020).

De acordo com a NBR 9575 – Impermeabilização – Seleção e projeto, no item 6.4, linha f, toda instalação que atravesse a impermeabilização deve ser fixada na estrutura e possuir detalhes específicos de arremate e reforços da impermeabilização (ABNT, 2010). Assim, nota-se que

um dos possíveis erros que causou esta infiltração foi que o procedimento não possui detalhes específicos de fixação e arremate na tubulação do ralo do box.

Analisando o método que a empresa realiza para o teste de estanqueidade, nota-se que posicionar o bloco de espuma no ralo e cobrir com uma camada de impermeabilizante faz com que a equipe de limpeza tenha que retirar todo este material que fica rígido utilizando força bruta, o que danifica a impermeabilização e pode desprender o ralo da laje.

Uma possível solução para evitar este tipo de dano é fechar apenas a saída do tubo do ralo com outro material, sem interferir na impermeabilização propriamente dita. Em um dos testes de estanqueidade apresentado em vídeo pelo Engenheiro Civil Eduardo Eiji Araki, ele realiza a vedação de um ralo de 50 mm com estopa dentro de um saco plástico e orienta que, em tubos de 100 mm, que é o caso de estudo, pode ser feita com balões infláveis de borracha (ARAKI ENGENHARIA, 2018).

A Figura 40 mostra um exemplo destes balões disponíveis no mercado, que permitem uma vedação estanque (MADE-IN-CHINA, 2021).

Figura 40 – Balão de vedação de borracha para esgoto



Fonte: (Made-in-China, 2021)

Uma outra situação que pode ocorrer na obra para surgir esta fresta no ralo é devido à má fixação do tubo que serve como molde para as aberturas em lajes. Este tubo é fixado na fôrma de alumínio antes da concretagem e, após o endurecimento do concreto é retirado, deixando as aberturas nas lajes para passar os tubos de PVC de esgoto. A Figura 41 mostra um exemplo destes passantes.

Figura 41 – Gabarito com passantes de nylon

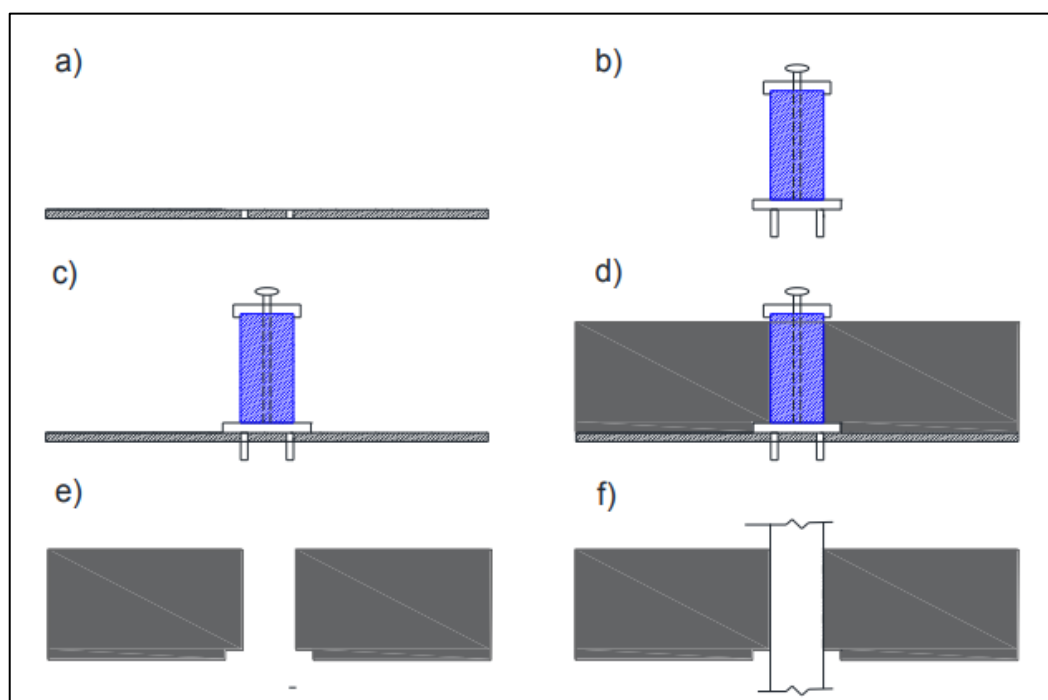


Fonte: (Lima, 2018)

A atividade é esquematizada na Figura 42 e descrita abaixo:

- a) as fôrmas de alumínio devem ter furos de 20mm onde serão encaixados os gabaritos;
- b) os passantes consistem em cilindros de nylon presos a uma base metálica através de pino rosqueável. Os passantes são materiais flexíveis, mas não deformáveis, assim o vão será de forma cilíndrica. O cilíndrico de nylon tem diâmetro de 1cm a mais do que a tubulação a ser instalada;
- c) o gabarito possui pinos rosqueáveis na parte inferior que devem ser encaixados na fôrma de alumínio;
- d) depois de posicionar todos os passantes pode ser realizada a concretagem da laje;
- e) após a cura do concreto é possível remover o passante retirando-se o pino central e o material é pressionado de forma com que “caia” para o pavimento de baixo.
- f) na passagem deve-se instalar a tubulação de acordo com o projeto. É importante ressaltar que deverá ser colocado *groute* nos vãos para realizar a fixação da tubulação (LIMA,2018).

Figura 42 – Esquema do gabarito cilíndrico de nylon



Fonte: (Lima, 2018)

A seguir, a Figura 43 mostra alguns passantes, e a Figura 44 mostra o gabarito fixado na fôrma.

Figura 43 – Passantes de 75mm e de 100mm, respectivamente



Fonte: (Lima, 2018)

Figura 44 – Gabarito do *shaft* posicionado na fôrma



Fonte: (Lima, 2018)

Caso o operador não fixe corretamente o gabarito na fôrma, deixando o molde “solto”, ou que o gabarito esteja desgastado, durante a concretagem este molde pode se movimentar e deixar a abertura maior e/ou distorcida.

4.2 IMPERMEABILIZAÇÃO NA COBERTURA E PLATIBANDA

Uma das manifestações patológicas encontradas pela equipe técnica ao realizar a inspeção visual na cobertura foi o surgimento de fissuras na crista da platibanda. Um detalhe importante é que a construtora utiliza o mesmo produto usado no banheiro para impermeabilizar a crista da platibanda, ou seja, a argamassa polimérica Protec Imper Fiber, cujo boletim técnico não menciona como indicação de uso locais expostos a raios solares (PROTEC, 2020).

O boletim informa que este impermeabilizante suporta moderadas movimentações estruturais, porém o que ocorre de fato são movimentações elevadas e constantes, pois a crista da platibanda está totalmente exposta às variações térmicas que acarretam dilatações e contrações diariamente. Por isso, é importante fazer o uso de produtos impermeabilizantes que acompanhem essas movimentações (QUARTZOLIT, 2020). É possível que as fissuras tenham surgido pois o produto não é indicado para este tipo de local. O recomendado é utilizar um impermeabilizante com a indicação de uso nesses locais.

Outro detalhe a mencionar é que, de acordo com a NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento (ABNT, 2014), todos os topos de platibandas e paredes devem ser protegidos. Todos os beirais devem ter pingadeiras e os encontros em diferentes níveis devem ser protegidos por rufos. Analisando o detalhe da platibanda na Figura 13, nota-se que os beirais não possuem pingadeiras, o que faz com que toda a água que cai na crista escorra pela platibanda até encontrar o rufo. A ausência deste detalhe permite que a água percole pela platibanda.

Uma outra observação é sobre o espaçamento entre a platibanda e a telha pois, segundo a Figura 13, o projeto da construtora indica 2 cm, mas, na realidade, a distância neste caso analisado ficou em torno de 10 cm, conforme pode ser visto na Figura 36. Este detalhe pode ter ocasionado a infiltração, pois diminui consideravelmente o transpasse entre rufo e telha, deixando a cobertura desprotegida em casos de muita chuva e ventos.

5 PROPOSTAS DE MELHORIAS NAS INSTRUÇÕES DE TRABALHO

Considerando que as atividades de impermeabilização são realizadas seguindo as Instruções de Trabalho da construtora, o plano de ação para melhoria do processo seria modifica-las e/ou acrescentar etapas/atividades. Analisando o capítulo 4, pode-se perceber que faltam ainda alguns detalhes e informações importantes ou, até mesmo, uma revisão do processo atual das impermeabilizações do ralo do banheiro, da cobertura e da platibanda.

5.1 IMPERMEABILIZAÇÃO NO RALO DO BANHEIRO

Uma das hipóteses da falha encontrada no ralo é de que, durante a etapa de concretagem, o molde da abertura para a tubulação do ralo não ficou corretamente fixado e, por conta disto, a abertura ficou maior/distorcida. Por isso, é importante que na Instrução de Trabalho de concretagem tenha a orientação de fixar corretamente todos os moldes e substituir os que estiverem desgastados. Além disso, é importante destacar que a Instrução de Trabalho de Impermeabilização do banheiro precisa conter a orientação de verificar se todas as aberturas para passar a tubulação estejam no diâmetro correto, sem distorções e sem frestas. Caso algum ralo apresente algum destes problemas, a impermeabilização não deve ser feita neste caso, e a interface deverá ser vedada/selada antes de iniciar o processo de impermeabilização.

Apesar de ser possível a situação detalhada acima, é bem improvável que o caso analisado tenha ocorrido por conta da abertura da laje estar maior/distorcida, pois é importante salientar que na construtora todas as atividades são conferidas e avaliadas em *aprovado* (continuar para as atividades seguintes) ou *reprovado* (refazer o serviço antes de prosseguir com as próximas atividades) e, portanto, a atividade de impermeabilização havia sido aprovada no ensaio de estanqueidade e passou por todas as etapas seguintes. Isso indica que o mais provável é de que a impermeabilização tenha sido danificada após feito o serviço.

De acordo com o relato no item 4.1 deste trabalho, e também com os problemas de impermeabilização no ralo mais decorrentes vistos ainda durante a obra, pode-se indicar que, provavelmente, a impermeabilização do ralo é danificada pela equipe de limpeza ao tentar retirar o bloco de espuma. A Figura 45, a seguir, mostra três caixas sifonadas danificadas e um ralo com tela aparente por conta deste processo de remoção do bloco de espuma.

Figura 45 – Ralos danificados



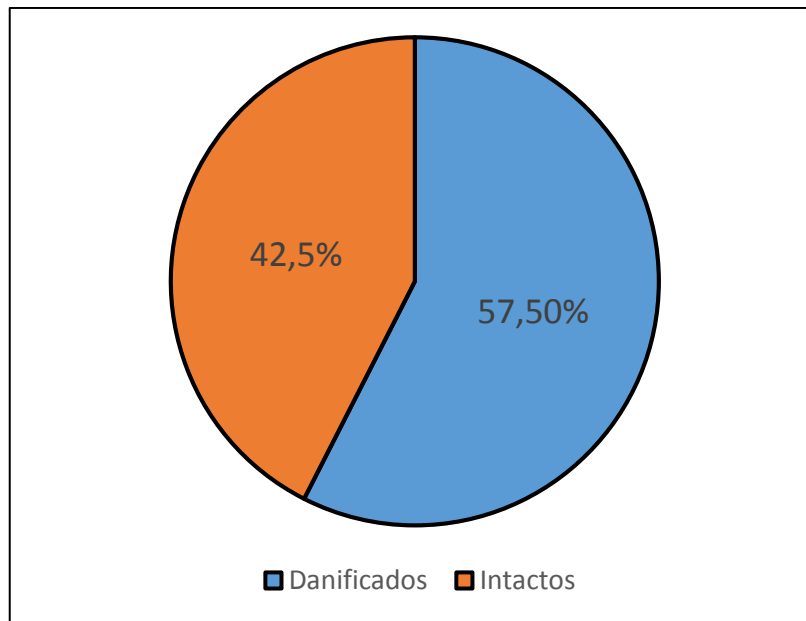
Fonte: (Foto da autora)

Em uma das atuais obras da construtora foi feita uma inspeção pós limpeza de todos os ralos de banheiros e cozinhas de uma torre inteira (20 unidades habitacionais), ou seja, 40 ralos ao total. O ralo da cozinha é feito da mesma forma que o do banheiro, desconsiderando apenas a parte do teste de estanqueidade, que não é realizado na cozinha. Nesta inspeção foram identificados 23 ralos com a impermeabilização danificada e 3 caixas sifonadas quebradas.

Portanto:

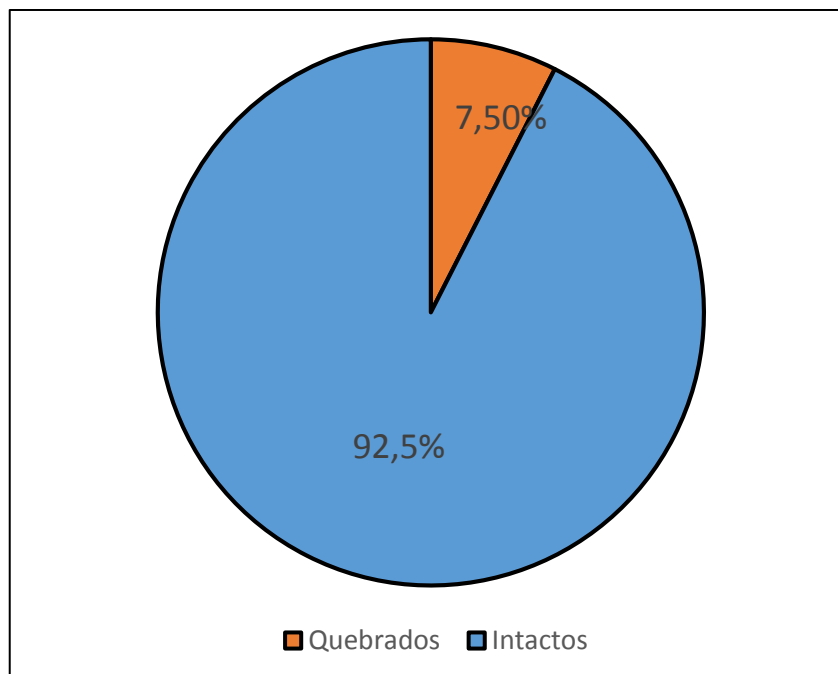
- 57,5% dos ralos (Gráfico 01) impermeabilizados ficaram com telas aparentes após a atividade de limpeza (última atividade da torre);
- 7,5% das caixas sifonadas (Gráfico 02) quebraram e necessitaram ser trocadas depois do apartamento finalizado.

Gráfico 01 – Ralos com a impermeabilização danificada após limpeza final



Fonte: (Própria da autora)

Gráfico 2 – Caixas sifonadas quebradas após limpeza final



Fonte: (Própria da autora)

Diante destes percentuais, pode-se sugerir que a remoção deste bloco de espuma é responsável pela maioria das falhas de impermeabilização do ralo. Assim, é preciso que a Instrução de Trabalho seja revisada para mudar esta etapa em que é colocado o bloco de espuma e aplicada a argamassa polimérica por cima dele.

O bloco de espuma utilizado no processo de impermeabilização tem dois papéis importantes: proteger o ralo contra a entrada de sujeira e deixar o ralo vedado para realizar, posteriormente, o teste de estanqueidade.

De acordo com o que já foi indicado no item 4.1, uma sugestão para eliminar essas falhas decorrentes da retirada do bloco de espuma seria fazer o uso de balões de vedação de borracha para teste de esgoto (Figura 46) no momento do teste de estanqueidade.

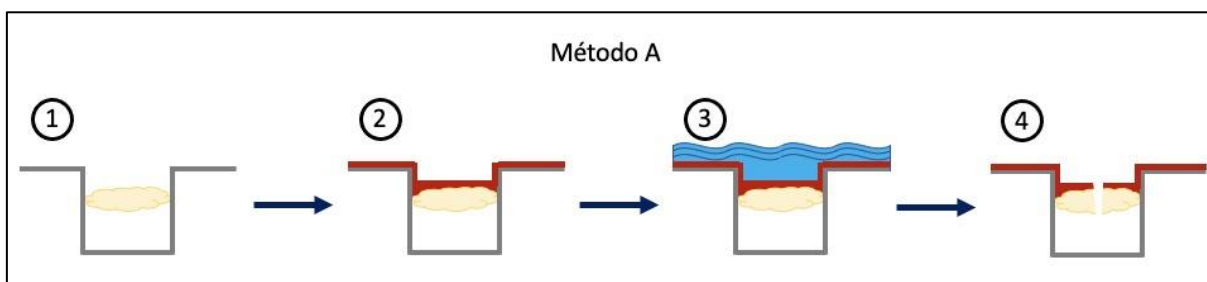
Figura 46 – Balão de vedação de borracha para teste de esgoto



Fonte: (Puzo Ball, 2021)

A Figura 47 mostra o fluxograma do atual procedimento de impermeabilização adotado pela construtora.

Figura 47 – Atual procedimento adotado pela construtora



Fonte: (Própria da autora)

Método A – Atual procedimento adotado pela construtora

1 – A caixa sifonada sai do almoxarifado com o bloco de espuma já em seu interior e a caixa é instalada na unidade habitacional;

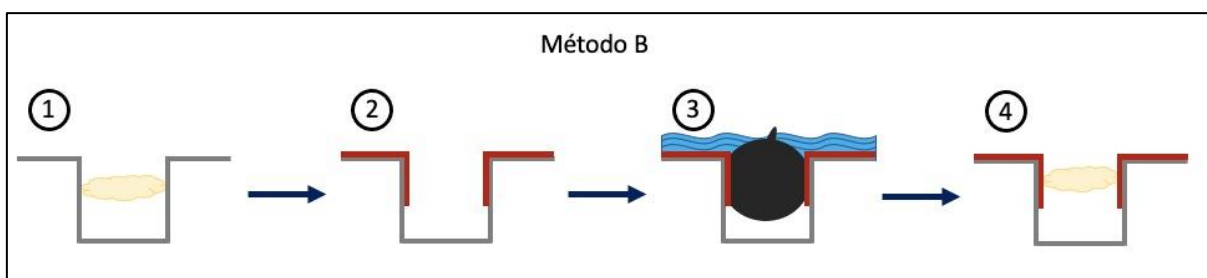
2 – A equipe impermeabiliza o ralão usando as telas de reforço sem deixar nenhuma parte aparente e entrando 5 cm para dentro do ralão e, principalmente, em toda a superfície superior da espuma, para garantir que não haja vazamento por ali durante o teste de estanqueidade;

3 – Com o produto seco, a equipe de impermeabilização realiza o teste de estanqueidade por 72h;

4 – Após as 72h sem infiltrações, é feito um furo na espuma para retirar toda a água.

A Figura 48 mostra o fluxograma modificado, sugerido neste trabalho.

Figura 48 – Sugestão de alteração no processo de impermeabilização



Fonte: (Própria da autora)

Método B – Sugestão de alteração no processo de impermeabilização

1 - A caixa sifonada sai do alboxarifado com o bloco de espuma já em seu interior e a caixa é instalada na unidade habitacional;

2 – A equipe de impermeabilização retira o bloco de espuma que ainda está seco e deixa ao lado do ralo. Impermeabiliza o ralo usando as telas de reforço sem deixar nenhuma parte aparente e entrando 5 cm para dentro do ralo. Caso caia argamassa polimérica dentro do ralo, o operador deve limpar (Figura 49);

3 - Com o produto seco, a equipe de impermeabilização coloca o balão inflável dentro do ralo, garantindo que fique bem apertado para não ocorrer vazamento durante o teste (Figura 50 e Figura 51). Realiza o teste de estanqueidade por 72h (Figura 52);

4 – Após as 72h sem infiltrações, a equipe de impermeabilização retira o balão para esvaziar toda a água e repõe o bloco de espuma que foi inicialmente retirado.

Considerando que a construtora incentiva os funcionários a trazerem melhorias e possui uma ferramenta online onde todos podem desenvolver e compartilhar novas ideias a nível nacional, foi realizado um teste em seis unidades habitacionais seguindo o método B, descrito a cima.

Figura 49 – Impermeabilização do ralo sem bloco de espuma



Fonte: (Foto da autora)

Figura 50 – Colocação do balão no ralo



Fonte: (Foto da autora)

Figura 51 – Balão posicionado no ralo e pronto para iniciar o teste



Fonte: (Foto da autora)

Figura 52 – Box em teste de estanqueidade com o balão no ralo



Fonte: (Foto da autora)

Figura 53 – Bomba e balões.



Fonte: (Foto da autora)

A Figura 53 mostra a bomba e balões utilizados nos testes.

Após as 72h, foi verificado que não houve vazamento em nenhuma das seis unidades onde foram feitos os testes de estanqueidade.

5.2 IMPERMEABILIZAÇÃO NA COBERTURA E PLATIBANDA

O principal ponto a ser considerado no sistema é o produto utilizado como impermeabilizante na platibanda. Conforme já mencionado neste trabalho, a construtora utiliza o mesmo produto usado no banheiro para impermeabilizar a crista da platibanda, ou seja, a argamassa Protec Imper Fiber, cujo boletim técnico não menciona como indicação de uso locais expostos a raios solares (PROTEC, 2020).

Como se trata de uma platibanda que está totalmente exposta às variações térmicas que provocam dilatações e contrações, ou seja, elevadas movimentações, o produto não é indicado pois o boletim técnico informa que este impermeabilizante suporta apenas moderadas movimentações.

Uma outra opção de acabamento para a parte superior da platibanda seria a utilização de rufos metálicos, geralmente em aço galvanizado, com dobras nas laterais (pingadeiras) de tal forma a impedir o escoamento da água da chuva pelas partes laterais da platibanda e proteger a parte superior. Estes rufos podem ser pintados na tonalidade da pintura da fachada.

Os rufos têm o papel de fazer a proteção tanto entre a parede e telhado, como também no topo da platibanda, evitando infiltrações. O excesso de umidade na platibanda causa um efeito estético desagradável, além de haver a possibilidade da infiltração e vazamentos estarem chegando na laje (FIBERSALS, 2018).

A Figura 54 e Figura 55 mostram exemplos de rufos tipo pingadeira.

Figura 54 – Rufo tipo pingadeira



Fonte: (Strong Metais, data)

Figura 55 – Rufo tipo pingadeira em platibanda



Fonte: (Cotanet)

Caso a construtora não queira fazer o uso de pingadeiras e queira optar em usar uma argamassa polimérica na platibanda, o mais indicado é fazer o uso de argamassas poliméricas flexíveis ou membranas acrílicas que acompanham essas movimentações (QUARTZOLIT, 2020).

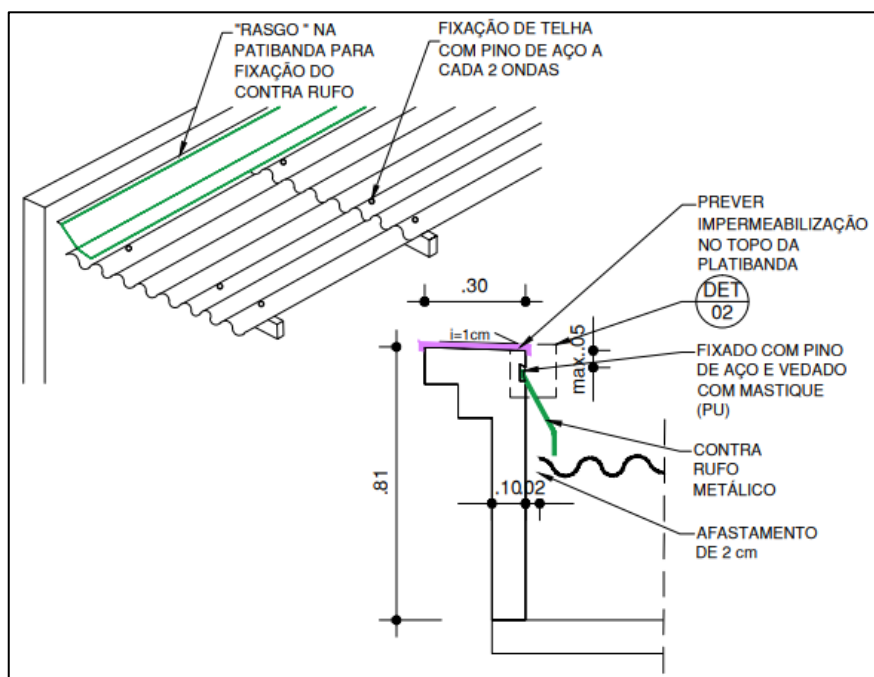
Um impermeabilizante flexível e elástico é um sistema bicomponente, à base de polímeros especiais e fibras sintéticas que, em composição, resultam em uma membrana impermeável com excelentes características de aderência e flexibilidade (QUARTZOLIT, 2020). Sua indicação de uso são:

- lajes, terraços e sacadas;
- reservatórios de água elevados ou enterrados;
- piscinas frias ou aquecidas (enterradas ou elevadas);
- pisos e paredes de áreas frias, como banheiros, cozinhas e área de serviço;
- pisos em contato com o solo;
- impermeabilização, com reforço de tela poliéster, de placas de *drywall*.

Uma outra alternativa é fazer o uso de membrana acrílica no topo da platibanda. A membrana acrílica é formada por resina acrílica, normalmente dispersa em água, executada com diversas demãos intercaladas por estruturante. Deve, ainda, ser usada em área mais inclinadas (maior que 2%), para que a água não se acumule sobre a superfície e danifique o sistema (Equipe de Obra, 2012, p. 19). É indicada para áreas que não necessitam de proteção mecânica, como lajes expostas sem trânsito, telhas de fibrocimento e concreto, marquises, calhas, etc, por ficar exposta reflete os raios solares ajudando no conforto térmico (DENVER, 2021).

Um segundo detalhe a mencionar é que não existe a informação de quanto seria o transpasse mínimo entre telhado e rufo. A Figura 56 mostra todas as dimensões pertinentes com exceção do transpasse mínimo entre telha e rufo, apenas o indicativo de 2cm.

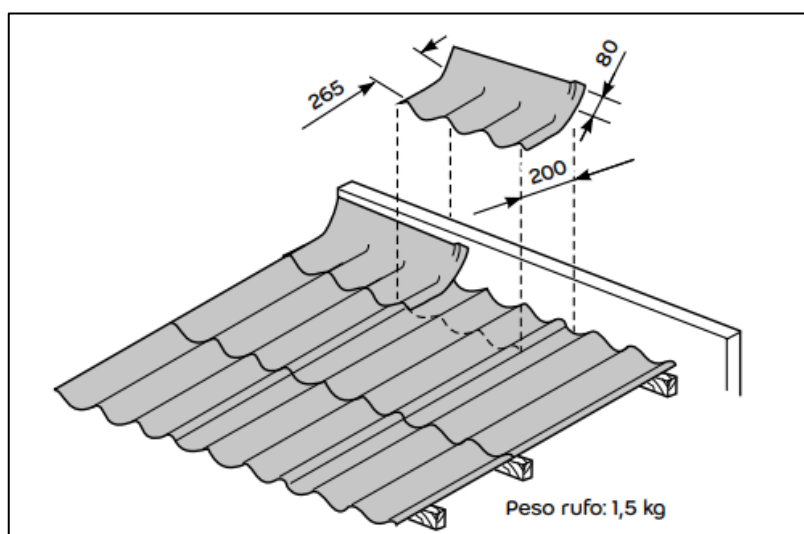
Figura 56 – Rufo na platibanda



Fonte: (Arquivo da construtora)

De acordo com o Guia Técnico de Telhas de Fibrocimento e Peças Complementares para Telhados da Brasilit (BRASILIT, 2020), é sugerido que o transpasse entre telha e rufo seja de 20 cm, conforme pode ser visto no detalhe a seguir (Figura 57).

Figura 57 – Transpasse rufo e telha da Brasilit



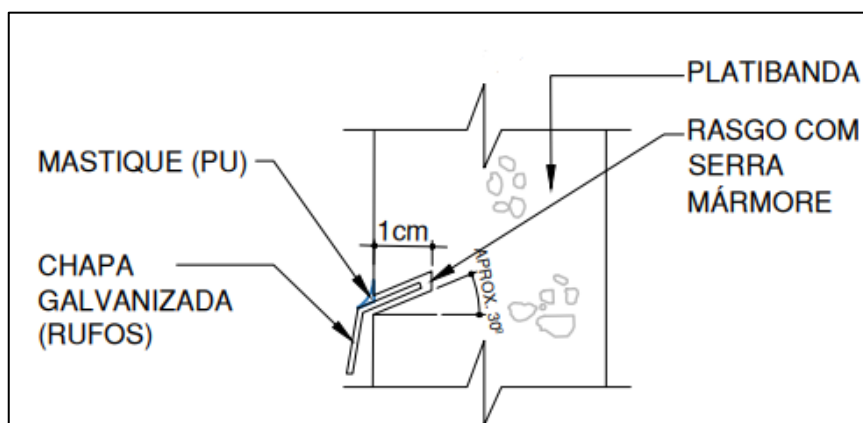
Fonte: (Guia Técnico Brasilit, pg. 23)

A construtora adota uma inclinação de 9% na cobertura constituída por telhas de fibrocimento de 6mm da edificação em estudo que, segundo o Guia Técnico de Telhas de Fibrocimento e Peças Complementares para Telhados da Brasilit (BRASILIT, 2020), é a inclinação mínima para esse tipo de telha. No entanto, considerando que as infiltrações possam ocorrer devido à pouca inclinação e pouco transpasse entre telha e rufo, é indicado aumentar a inclinação para 15% a fim de dificultar a entrada de água por essas regiões.

A fixação do rufo na platibanda também poderia ser revista e melhorada, já que apresentou fissura no mastique, conforme pode ser visto na Figura 35. O ideal é fazer uso de mastique flexível que possua indicação de uso em rufos para evitar fissurações. O mastique é versátil e eficiente pois possui resistência à água, à temperatura e aos raios ultravioletas. Ele também é capaz de resistir à corrosão, apresenta elasticidade e aderência (Blok, 2021).

Inclusive o rasgo de 1cm feito para o rufo na platibanda (Figura 58) deveria também receber impermeabilização para proteger a platibanda caso a vedação com mastique falhe. Neste caso, poderia ser aplicada uma membrana acrílica na região do rasgo.

Figura 58 – Detalhe do rasgo de 1 cm para encaixar o rufo na platibanda



Fonte: (Arquivo da construtora)

Assim, nota-se que existem diversos detalhes que precisam ser melhorados ou acrescentados para que não ocorram as falhas descritas neste trabalho. A Tabela 1 abaixo resume as sugestões de melhorias nas Instruções de Trabalho que foram abordadas neste trabalho.

Tabela 1 – Resumo de sugestões de melhorias nas IT's

Instrução de Trabalho (IT)	Sugestões de alterações
Concretagem	Acrescentar a orientação do operador verificar se os moldes estão totalmente fixados nas fôrmas antes da concretagem e também verificar se estão em condições adequadas para sua correta utilização.
Impermeabilização do box	Acrescentar a orientação do operador para verificar se todas as aberturas de ralo estão nos diâmetros corretos assim como não apresentem deformações ou erros de posicionamento antes de realizar a impermeabilização. Caso apresentem alguma alteração, a impermeabilização não deve ocorrer antes de corrigir o problema encontrado.
Impermeabilização do box	Alterar o procedimento de teste de estanqueidade fazendo o uso de balões infláveis de borracha.
Impermeabilização da platibanda	Alterar o produto utilizado para outro que seja com indicação de uso para locais expostos ao sol ou fazer o uso de rufos tipo pingadeira.
Impermeabilização da platibanda	Acrescentar o comprimento de transpasse entre rufo e telha na cobertura de pelo menos 20 cm.
Telhado	Aumentar a inclinação do telhado para 15%.

Fonte: (Própria da autora)

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram analisados dois casos de infiltrações em duas unidades habitacionais prontas (um tipo de infiltração em cada) que possuíam menos de três meses de concluídas, localizadas na cidade de Porto Alegre/RS.

O primeiro caso verificado foi uma infiltração do ralo do banheiro dentro do box, o qual apresentava danos na impermeabilização. Esta infiltração pôde ser vista a partir da unidade habitacional no andar inferior, cujo forro no banheiro apresentou manchas de umidade. A partir da comparação entre o dano da impermeabilização do ralo e o procedimento da construtora em questão, foi concluído que a falha estava no método de execução do teste de estanqueidade, cuja vedação do ralo estava dificultando a limpeza final, onde ocorriam os danos à impermeabilização na tentativa de abertura da caixa sifonada do box, preenchida com espuma e impermeabilizante endurecido. A proposta para eliminar este tipo de falha é a de retirada do bloco de espuma para execução da impermeabilização e substituição do mesmo, como vedação para o teste, pelo uso de balões infláveis de borracha. Esta proposta foi testada na construtora obtendo uma eficiência satisfatória.

O segundo caso analisado foi uma infiltração de uma unidade habitacional do último andar do edifício, cujas lajes superiores apresentavam manchas enormes de umidade nos dois dormitórios. Estas manchas provinham de infiltração vinda do telhado e, durante inspeções técnicas, concluiu-se que as telhas possuíam um espaçamento até a platibanda maior do que o especificado em projeto, o que fazia com que os transpasses dos rufos fossem menores do que o ideal. Este detalhe perpetuava em toda extensão longitudinal do rufo, fazendo com que, em dias de muito vento e chuva, a água passasse por baixo do rufo e alcançasse a laje da cobertura. Assim, a informação de quanto seria o transpasse entre telhado e rufo poderia ser acrescentada à Instrução de Trabalho da construtora, evitando que este erro repetisse.

Durante esta inspeção do telhado, também foram observadas fissuras na platibanda e, a partir disto, foi feita uma análise do método de impermeabilização da platibanda que a construtora realiza, onde verificou-se que o produto utilizado era o mesmo do banheiro, ou seja, uma argamassa polimérica cujo boletim técnico não indicava para uso em locais expostos diretamente ao sol. A proposta feita aqui neste trabalho é a de substituir o atual produto utilizado

para um produto flexível, cuja indicação seja para locais expostos ao sol, como lajes, terraços e sacadas.

Conforme visto neste trabalho, visando o desempenho adequado, o sistema de impermeabilização deve seguir todas as recomendações das normas brasileiras, e a instrução técnica deve observar sempre as recomendações de uso do produto fornecidas pelo fabricante, para que não ocorram falhas que possam causar, futuramente, infiltrações indesejadas nas edificações. Além disto, é importante investigar a origem das falhas mais comuns que acontecem no sistema de impermeabilização para distinguir falhas intrínsecas das falhas pontuais. As falhas pontuais podem ser minimizadas com treinamento dos colaboradores, mas as falhas intrínsecas exigem um constante acompanhamento crítico do processo construtivo.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-3**: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-5**: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010.
- ARAKI ENGENHARIA. **Teste de estanqueidade em lajes – YouTube**. 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eerQ__sHBv4>. Acesso em: 20 de julho de 2021.
- BLOK. **Mastique: O que é, como aplicar e quais os melhores do mercado**. Blok, 2021. Disponível em: <<https://www.blok.com.br/blog/mastique>>. Acesso em: 12 de novembro de 2021.
- BRASILIT. **Guia Técnico de Telhas de Fibrocimento e Peças Complementares para Telhados**. BRASILIT, 2020. Disponível em: <<https://www.brasilit.com.br/sites/brasilit.com.br/files/downloads/1/Guia%20T%C3%A9cnico%20Brasilit.pdf>>. Acesso em: 07 de setembro de 2021.
- EQUIPE DE OBRA. **Como Impermeabilizar**. 44 ed. Pini, São Paulo, 2012.
- COTANET. **Rufo para telhado embutido**. Cotanet, 2021. Disponível em: <<http://www.cotanet.com.br/rufos/rufo-para-telhado-embutido>>. Acesso em: 29 de setembro de 2021.
- DENVER. **Ficha técnica do produto – DENVERCRIL SUPER**. Denver, 2021. Disponível em: <https://www.denverimper.com.br/arquivos/produtos/instrucoes/182-denvercril-super-manta-liquida-rev10_20210423182814CT1OgsNt2d.pdf>. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

DENVER. **Manual técnico.** 11 ed., São Paulo, 2021. Disponível em: <http://www.denverimper.com.br/files/manual_tecnico.pdf>. Acesso em: 27 de junho de 2021.

FIBERSALS. **Impermeabilização: conheça todas as opções existentes no mercado.** FiberSals, 2018. Disponível em: <<https://fibersals.com.br/blog/impermeabilizacao-conheca-todas-as-opcoes-existent-no-mercado/>>. Acesso em: 27 de junho de 2021.

FIBERSALS. **Tudo sobre telhado embutido.** FiberSals, 2018. Disponível em: <<https://fibersals.com.br/blog/tudo-sobre-telhado-embutido/>>. Acesso em: 28 de setembro de 2021.

IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização. **O que é impermeabilização?** IBI, 2017. Disponível em: <<https://ibibrasil.org.br/2017/10/17/o-que-e-impermeabilizacao/>>. Acesso em: 28 de junho de 2021.

LEROY MERLIN. **Bloco de espuma uso geral Amarelo – Condor.** Leroy Merlin, 2021. Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/bloco-de-espuma-uso-geral-amarelo-condor_1567142673>. Acesso em: 30 de setembro de 2021.

LIMA, G. A. **Estudo de caso: Melhorias na produção contínua de parede de concreto moldados *in loco* com fôrma de alumínio.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MADE-IN-CHINA. **Almofada insuflável do balão de vedação de borracha do tubo de bloqueio do Bujão de Teste de esgotos.** 2021. Disponível em: <https://pt.made-in-china.com/co_finermed/product_Rubber-Inflatable-Sealing-balloon-Blocking-Pipe-Sewer-Test-Plug_ryheouugg.html>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

MC-BAUCHEMIE. **Tela de reforço: quando e como aplicar esse estruturante?** MC-BAUCHEMIE, 2020. Disponível em: <<https://www.mc-bauchemie.com.br/mclopedia/tela-de-refor%C3%A7o-quando-e-como-aplicar-esse-estruturante.html>>. Acesso em: 13 de julho de 2021.

NAZARIO, Daniel; ZANCAN, Evelise C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde.** 2011. 16f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2011. Disponível em:

<<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/151/1/Daniel%20Nazario.pdf>>. Acesso em: 13 de julho de 2021.

PROTEC. **Ficha Técnicas do Produto – Protec Imper Fiber RV**. PROTEC, 2020. Disponível em: <<https://www.protecbrasil.com/fispq/fichatecnicaprotecimperfiberrv.pdf>>. Acesso em: 04 de julho de 2021.

PROTEC. **Impermeabilização: Qual a melhor escolha para cada tipo de umidade**. PROTEC, 2017. Disponível em: <<https://www.protecbrasil.com/blog/impermeabilizacao-qual-a-melhor-escolha-para-cada-tipo-de-umidade->>. Acesso em: 30 de junho de 2021.

PUZZO BALL. **Bloqueador para tubulação câmara de teste hidráulico**. Puzzo Ball, 2021. Disponível em: <<https://www.puzoball.com.br/produtos/bloqueador-para-tubulacao-camara-de-teste-hidraulico/>>. Acesso em: 10 de novembro de 2021.

QUARTZOLIT. **Boletim Técnico – Tecplus Lastic Quartzolit – Impermeabilizante Flexível e Elástico**. QUARTZOLIT, 2020. Disponível em: <https://www.quartzolit.weber/files/br/2018-01/tecplus_lastic_quartzolit.pdf>. Acesso em: 07 de setembro de 2021.

QUARTZOLIT. **Como impermeabilizar lajes de cobertura**. QUARTZOLIT, 2020. Disponível em: <<https://www.quartzolit.weber/impermeabilizantes-quartzolit/como-impermeabilizar-lajes-de-cobertura#>>. Acesso em: 04 de agosto de 2021.

RIGHI, G. V. **Estudos dos sistemas de impermeabilização: Patologias, prevenções e correções – Análise de casos**. 2009. 2f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

STRONG METAIS. **Rufo com 2 pingadeiras**. Strong Metais, 2021. Disponível em: <<https://strongmetais.com.br/produto/rufo-com-2-pingadeiras/>>. Acesso em: 29 de setembro de 2021.

VIAPOL. **Revestimento Impermeabilizante Flexível com Fibras Sintéticas**. VIAPOL, 2021. Disponível em: <<http://viapol.com.br/media/556577/ft-viaplus-7000-05-04-2021.pdf>>. Acesso em: 05 de setembro de 2021.