



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ESTUDO DE CASO DA REABILITAÇÃO DE UM TELHADO DO
EDIFÍCIO SEDE DOS CORREIOS DA SUPERINTENDENCIA DO
ESPÍRITO SANTO - ES**

IANCA LUCENA DE MEDEIROS

POMBAL – PB

2021.1

IANCA LUCENA DE MEDEIROS

ESTUDO DE CASO DA REABILITAÇÃO DE UM TELHADO NO
EDIFÍCIO SEDE DOS CORREIOS DA SUPERINTENÊNCIA DO
ESPÍRITO SANTO -ES

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Unidade Acadêmica de
Ciências e Tecnologia Ambiental da
Universidade Federal de Campina Grande,
como parte dos requisitos necessários
para obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Orientador(a): Prof.(a) Elisângela Pereira
Silva

POMBAL – PB

2021.1

M488e Medeiros, Ianca Lucena de.

Estudo de caso da reabilitação de um telhado no edifício sede dos correios da superintendência do Espírito Santo - ES / Ianca Lucena de Medeiros. – Pombal, 2022.

100 f. il. color

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Profa. Dra. Elisângela Pereira Silva.”.

Referências.

1. Patologia de telhado. 2. Cobertura. 3. Edifício. I. Silva, Elisângela Pereira. II. Título.

CDU 692.4(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

IANCA LUCENA DE MEDEIROS

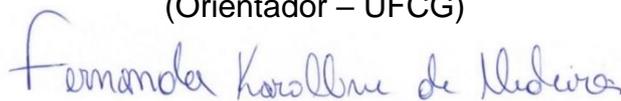
TÍTULO DO TRABALHO

Trabalho de Conclusão de Curso do discente (IANCA LUCENA DE MEDEIROS) **APROVADO** em 04 de março de 2022 pela comissão examinadora composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande.

Registre-se e publique-se.



Prof^a. Dr^a Elisângela Pereira da Silva.
(Orientador – UFCG)



Prof^a. Ma Fernanda Karolline de Medeiros
(Membro Interno – UFCG)



Prof. Dr. Carlos Mavial de Carvalho
(Membro Externo – UNIFESSPA)

Dedico a minha mãe Irene Lucena

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me sustentar e me manter firme nessa busca pela realização do sonho de me tornar Engenheira Civil, sem Ele não teria sido possível chegar à conclusão desse curso.

Agradeço a minha mãe Irene que desde a minha infância me incentivou a estudar; ao meu pai Francisco que nunca mediu esforços para me dá condições de ir correr atrás do meu sonho; ao meu irmão Lucas que sempre me apoio e vibrou por mim.

Em nome da minha tia Gorete, a quem carinhosamente chamo de titia, agradeço aos demais tios e tias que de forma direta ou indireta me ajudaram durante a minha graduação. E em nome da minha prima Desterro e dos meus primos Isaac, Ezequias e Ezequiel, agradeço a todos os meus primos que sempre torceram por mim e, de forma especial aqueles que foram meu exemplo de pessoas dedicadas aos estudos Paulo Junior e Douglas.

Agradeço a minha avó paterna Socorro e aos meus avós falecidos, Nazeu, Antônio e Luzia, sei que se ainda estivessem nessa terra estariam vibrando com essa minha conquista.

Em nome de Ana Rosa, Jessica, Ketelin, Lawana, Yasmin, Yuri, Josean, Aldo e Alan, agradeço a todos os meus amigos de que de forma direta ou indireta participaram desse processo.

Estéfany e Flávia obrigada por toda contribuição nestes anos de graduação e que está permanecendo em nossas vidas profissionais, obrigada por terem dividido os perrengues não só da engenharia, mas da vida; em nome de vocês agradeço a todos os meus amigos e amigas que a UFCG me presenteou.

Agradeço a minha professora orientadora Elisângela, por toda paciência, esteve disponível para me orientar e sanar minhas dúvidas, até mesmo nos seus horários de descanso, por toda compreensão, com o fato da minha dificuldade de conciliar meu emprego e o TCC. Mais que professora foi uma amiga, obrigada por todos os conselhos, sou sua fã.

Agradeço em nome de Bruna e Messias a toda a comunidade católica Shalom, e ao Pe. Fabrício Dias por terem sido meu refúgio nos dias difíceis, por todos os conselhos e orientação.

Agradeço a equipe de engenharia dos correios do Espírito Santo, em nome do engenheiro o Sr Guilherme Strutz, por me ter permitido utilizar como tema do TCC a obra do edifício sede.

Agradeço ao meu patrão o Sr Rogério Alves pela oportunidade de trabalho na empresa Alves Serviços, por confiar a mim, a responsabilidade de gerir as obras da empresa no Espírito Santo. E aqui agradeço ao meu primo Bláucio por ter confiado em mim, ao me indicar para esse cargo que demanda tanta responsabilidade, e por todo apoio que me deu.

Em nome do casal Vânia e Sergio, agradeço a todos que me deram apoio no Espírito Santo a cada anjo que trilhou o meu caminho nesse momento tão importante, mas também tão desafiador e a Cláudio Cesar, obrigada amor por todo apoio e paciência que teve comigo durante este TCC.

É justo que muito custe, aquilo que muito vale.

Sta Tereza D'Ávila.

RESUMO

O presente estudo revelou as manifestações patológicas do telhado do edifício sede dos Correios da Superintendência do Espírito Santo, localizado na capital Vitória, e descreveu o acompanhamento da execução da reforma por um período de quatro meses. Para o desenvolvimento do trabalho inicialmente estudou os projetos e as especificações técnicas, elaborados pela equipe de engenharia dos Correios. Posteriormente, realizou uma vistoria no local afim de identificar as patologias existentes, que sucedeu um registro fotográfico, e prosseguiu com o planejamento para execução da obra. Conhecidos os motivos os quais foram a causa da solicitação da reforma do telhado realizou uma revisão bibliográfica acerca das manifestações existentes, dos componentes do telhado e dos materiais utilizados, paralelamente acompanhou a sua execução. Discutiu neste estudo os problemas encontrados na cobertura do edifício os quais foram: infiltração, calhas com pequenas dimensões, as quais causavam transbordamento das águas pluviais; rufos e telhas desgastados, fissuras nos rufos e platibandas. Foram apontadas como prováveis causas dessas manifestações: o desgaste natural, devido a exposição as intempéries; falta de manutenções eficazes; uso de materiais de baixa qualidade; erro de projeto, execução e/ou uso. A solução encontrada pela equipe de engenharia dos correios foi troca de todo o madeiramento, telhas, rufos e calhas mudando o layout do telhado; diminuindo a quantidade de águas e aumentando as dimensões das calhas. Conclui que projetos mal elaborados, falhas humanas na execução, uso incorreto, e a falta de manutenções adequadas nas edificações, comprometem sua vida útil, gerando altos custos, quando se há a necessidade de troca de toda a estrutura.

Palavras-chave: Cobertura. Patologia. Edificação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de coberturas.....	21
Figura 2 - Designações dos elementos de um telhado	22
Figura 3 – Platibanda sem beiral (a) e platibanda com beiral (b)	22
Figura 4 – Empena ou oitão	23
Figura 5- Rufo	23
Figura 6 - Tipos de rufos Eternit. a) Rufos para telha modulada, b) Rufos para telha canaleta e c) Rufos para telha superonda.....	24
Figura 7 – Tipos de rufos	25
Figura 8 – Cumeeira, espigão e rincão	26
Figura 9 – Água mestra	26
Figura 10 – Tipos de beiral.....	27
Figura 11 – Estrutura Metálica	30
Figura 12 - Estrutura de madeira treliçada. a) treliçado para telhas cerâmicas; b) treliçado com contraventamento;	32
Figura 13 – Estrutura principal com pontalete sobre a laje	33
Figura 14 – Estrutura principal com pontalete sobre a parede	33
Figura 15 - Detalhe do berço para distribuição de cargas.....	34
Figura 16 – Apoio dos pontaletes.....	34
Figura 17 - Telhas cerâmicas (a) francesas; (b) capa e canal.....	36
Figura 18 – Telhas Vogatex da Eternit	37
Figura 19 – Telhas Olinda da Eternit	38
Figura 20 – Telha tropical.....	38
Figura 21 – Telha Canaleta E49.....	39
Figura 22 – Telha autoportante	39
Figura 23 – Ponto h, inclinação e declividade	40
Figura 24 – Impermeabilização rígida e flexível	41
Figura 25 – Sistemas de impermeabilização 1	44
Figura 26 – Sistema de impermeabilização com proteção térmica	44
Figura 27 – Sistema de impermeabilização com camada berço e amortecimento....	45
Figura 28 – Layout do telhado antes da reforma.....	54

Figura 29 – Condições dos rufos. a) rufo divisa água 8 e água 10, conforme figura 37, b) rufo à oeste da água 5 (figura 28), c) rufo norte água 5 (figura 28), d) final dos rufos das águas 7 e 1 à norte (figura 28), e) rufo localizado à norte da água 3 (figura 28) e f) rufo localizado à norte da água 8 (figura 28).....	56
Figura 30 – Telha quebrada, localizada na água 3	58
Figura 31 – Telhas faltando na cumeeira das águas.....	59
Figura 32 - Aplicação de manta asfáltica aluminizada em telhas. a) reparos com manta nas telhas das águas A1; A8 (Figura 28), b) encontro da água 8 (Figura 28) e c) Encontro da água 9 (Figura 28).....	60
Figura 33 - Manta asfáltica colocada para minimizar infiltração na cumeeira das águas 3 e 4	61
Figura 34 - Vista de um trecho das calhas do edifício sede. a) final da calha de encontro das águas 1 e 8 à norte e b) calha de encontro das águas 1 e 8 à norte (figura 28).	62
Figura 35 – Fissuras nas platibandas. a) platibanda interna (lado do pátio) água 8 (figura 28) e b) fissuras no topo da platibanda da água 12 (figura 28)	63
Figura 36 – Descascamento da pintura no terceiro pavimento. (a) parede interna do terceiro pavimento (b) parede da escada de acesso a cobertura, sua face externa compõe a fachada dos fundos.	65
Figura 37 – Novo layout do telhado edifício sede.....	67
Figura 38 – Placas segurança e advertência. a) Placas orientando o uso do cinto de segurança e a manter o ambiente de trabalho organizado, localizada na porta da casa do motor na cobertura. b) Placas orientando o não estacionamento próximo ao ambiente ao qual acontece o içamento de cargas e sinalizando o acontecimento da obra, localizadas no pátio. c) Placa sinalizando a obrigatoriedade do uso de EPI, localizada na porta da escada de acesso a cobertura.	69
Figura 39 – Destelhamento das águas A3 e A4 e percepção das vigas invertidas ...	72
Figura 40 – Platibandas externas. a) platibanda norte - águas 3 e 4 (figura 28) e b) platibanda sul – águas 3 e 4 (figura 28).	73
Figura 41 – Projeto inicial das calhas.....	73
Figura 42 – Vista superior do apoio da laje da calha.....	74
Figura 43 – Projeto calha após revisão de projeto	74
Figura 44 – Laje após as chuvas.....	76
Figura 45 – Sala do terceiro andar após as chuvas	77

Figura 46 - Pilaretes das águas A3 e A4. a) Verificando o nível e b) pilaretes da parede lateral a leste águas A3 e A4.....	78
Figura 47 – Alvenaria de apoio a calha. a) Início calha à norte, antiga água A5, b) meio da calha ao lado da casa do motor, c) parte da calha lado maior da água A9 e d) final da calha, localizado no final da água A9.	79
Figura 48 – Assentamento de blocos. a) Parede lateral à leste – águas A5 e A6 e b) parede lateral à oeste – águas A5 e A6.	80
Figura 49 – Aplicação do reboco. a) Restauração do reboco platibandas norte e sul – águas A3 e A4, b) aplicação do reboco da casa (escada), c) reboco da alvenaria de fechamento das águas A5 e A6, d) reboco da parede da casa do motor e e) reboco após demolição do rufo da água A5.	81
Figura 50 – Paredes geminadas extremidades das águas A3 e A4. a) Parede geminada à norte e b) parede geminada à sul.	82
Figura 51 – Estrutura de reforço para os pontaletes	82
Figura 52 – Estrutura de madeira.....	83
Figura 53 – Rasgo na alvenaria. a) Risco em alvenaria para rasgo e b) rasgo executado.....	83
Figura 54 – Formas e armação dos rufos. a) Preparação das formas para os rufos, b) colocação da armação e c) concretagem dos rufos.	84
Figura 55 – Rufos das águas A3 e A4.....	85
Figura 56 – Destelhamento da área A8.....	86
Figura 57 – Demolição dos rufos da área A8	86
Figura 58 - Bandejas	87
Figura 60 – Platibandas internas reconstituídas.....	88
Figura 61 –Execução de formas das águas A3 e A4	89
Figura 62 – Armação e concretagem das calhas A3 e A4. a) Armação e concretagem e b) concretagem	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos de impermeabilização do tipo flexível	42
--	----

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	16
1.1.	Justificativa	17
1.2.	Objetivos.....	18
1.2.1.	<i>Objetivo Geral</i>	18
1.2.2.	<i>Objetivos Específicos.....</i>	18
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1.	Telhado	20
2.1.1	<i>Elementos que constituem o telhado</i>	21
2.1.1.1	Platibanda	22
2.1.1.2	Empena	23
2.1.1.3	Rufo	23
2.1.1.4	Espigão, Cumeeira e Rincão	25
2.1.1.5	Água mestra.....	26
2.1.1.6	Beiral.....	27
2.1.1.7	Ático	28
2.1.1.8	Calha.....	28
2.2.	Estrutura do telhado	29
2.3	Tipos de Telhas.....	35
2.3.1	<i>Telhas Cerâmicas</i>	35
2.3.2	<i>Telhas translúcidas</i>	36
2.3.3	<i>Telhas de Fibrocimento.....</i>	37
2.3.3.1	Telhas Vogatex.....	37
2.3.3.2	Telhas Olinda.....	37
2.3.3.3	Telha Ondulada	38
2.3.4	<i>Telhas metálicas</i>	39
2.4	Inclinação e declividade	40
2.5	Impermeabilização	40
2.5.1	<i>Sistemas de impermeabilização</i>	43
2.6	Patologias em coberturas	45
2.6.1	<i>Patologias em estruturas de madeiras em coberturas</i>	47
2.6.2	<i>Patologias em elementos de concreto em coberturas.....</i>	48
2.6.3.	<i>Fissuras, trincas e rachaduras.....</i>	49

2.6.4.	<i>Infiltrações, manchas e florescência</i>	50
2.7	Planejamento de obra e segurança do trabalho	51
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	53
3.1	Objeto de estudo	53
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
4.1	Descrição das patologias e soluções encontradas	55
4.1.1	<i>Deterioração do concreto armado nos rufos</i>	55
4.1.2	<i>Telhas de fibrocimento</i>	58
4.1.3	<i>Calhas</i>	61
4.1.4	<i>Platibandas</i>	62
4.1.5	<i>Descascamento da pintura</i>	64
4.2	Fase de projeto	65
4.3	Planejamento e segurança do trabalho	67
4.4	Fase de execução	72
4.4.1	<i>Início da execução da obra</i>	72
4.4.2	<i>Revisão de projeto</i>	74
4.4.3.	<i>Execução da obra no período de espera do aditivo</i>	75
4.4.4.	<i>Fase de execução após liberação do aditivo</i>	88
4.5	Imprevistos durante a execução da obra	90
5	CONCLUSÕES	93
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
	ANEXOS	100

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história é perceptível a busca do homem por melhores condições de vida e conseqüentemente de suas habitações, almejando desenvolvimento e sempre procurando conforto, e a cada dia desenvolvendo técnicas que lhes permitam alcançar estas condições. Nas últimas décadas a busca por qualidade das construções intensificou-se e os consumidores tornaram-se mais exigentes quanto as suas demandas da construção civil.

Conforme a norma de desempenho NBR 15775-1 (2013) as exigências dos usuários da construção civil são segurança, habitabilidade e sustentabilidade. Portanto, para que essas exigências sejam atendidas é indispensável a realização de um bom projeto e conseqüentemente uma impecável execução destes, e manutenções periódicas durante a vida útil da edificação.

Souza e Ripper (1998) classificam os problemas patológicos em duas categorias: a simples, na qual o diagnóstico e a profilaxia são evidentes e, em complexos, os quais exigem uma análise individualizada e pormenorizada; os custos para realizar reparos e reverter o quadro das patologias estarão diretamente ligados a essas categorias.

Para Miotto (2010) apesar do desenvolvimento tecnológico das técnicas construtivas na área da construção civil e, o emprego de materiais com maior controle de qualidade, ainda se observa muitas edificações que desenvolveram patologias das mais variadas espécies. Miotto (2010) aborda que pesquisas apontam que as patologias desenvolvidas ao longo da vida útil, em praticamente 50% dos casos tem suas causas por erro de projeto e planejamento das edificações.

Todas as etapas construtivas de uma edificação estão sujeitas a desenvolver patologias; no telhado, ou cobertura, assim como afirma Coutinho (2018), a falha de projeto ou execução pode acarretar infiltrações, destelhamentos, gastos desnecessários, desconforto ao usuário, deformidades estéticas, rupturas, acidentes, ou não atendimento da vida útil de projetos, por isso frisa que a importância do estudo das características e dos elementos os quais são utilizados em telhados é necessário para coibir que tais problemas aconteçam.

Segundo Granato (2002) dentre os diferentes parâmetros que contribuem para a degradação das construções são decorrentes de inúmeros fatores, podendo citar:

variação de temperatura, reações químicas, vibrações, erosões, e o que o autor cita como sendo o mais sério o fenômeno da corrosão das armaduras de concreto armado, que contribui para a degradação da construção.

O presente estudo apresenta as patologias de um edifício o qual é a sede da Superintendência dos Correios do Espírito Santo, descrevendo a solução encontrada para realizar a reabilitação do prédio e, a forma a qual foi executada no período de maio a setembro. Justifica-se a escolha da abordagem das patologias de sistema de cobertura e dos elementos que constitui um telhado devido a relevância de se conhecer estes elementos e, os cuidados que se deve ter desde o projeto ao uso, garantindo assim durabilidade durante a vida útil.

1.1. Justificativa

Ao se tratar de construção civil deve-se prezar sempre pelo conforto, a segurança e a durabilidade das edificações, mas para que estes sejam assegurados é necessário que sejam levados em consideração: projetos bem elaborados, boas práticas nos métodos executivos, manutenções e uso correto durante a vida útil.

A falta de manutenções, o uso incorreto das edificações ou até mesmo erros nos processos executivos e a utilização de materiais de baixa qualidade podem desencadear patologias, sendo elas, manifestações ou como comumente chamados de sintomas das construções; podendo estas, apresentarem características que podem se tornar prejudiciais e afetar os materiais e ou os sistemas construtivos; causando desconforto aos usuários e até mesmo vir a comprometer a segurança deles.

As manifestações patológicas aparecem nas mais diversas maneiras como por exemplo na forma de fissuras, trincas, rachaduras, infiltrações eflorescência, bolores etc.

No sistema construtivo cobertura, assim como os demais a falta de manutenção preventiva pode ocasionar o surgimento de manifestações patológicas que podem vir a comprometer a saúde e a segurança dos usuários e, da edificação.

As causas de patologias mais comuns em telhados são: infiltração; desgaste nos rufos e nas telhas; erros executivos na inclinação das telhas, impedindo que a água escoe adequadamente, ou em seu posicionamento; ação do vento; mal

dimensionamento ou, erro de execução das calhas, provocando o transbordamento da água.

A forma mais eficaz para se evitar problemas com telhados é o desenvolvimento de um projeto bem elaborado, e uma execução eficaz, seguindo as recomendações das normas existentes; além de contar com manutenções preventivas periódicas evitando dessa forma o surgimento de patologias e reparos dispendiosos.

O objeto de estudo deste trabalho é o edifício sede dos Correios da Superintendência do Espírito Santo, uma edificação que foi construída aproximadamente entre a década de 30 a 40, inicialmente havia dois pavimentos e, posteriormente por volta da década de 70, foi construído o terceiro pavimento, sendo este também lajeado e com uma cobertura, possuindo uma área de 785m² com estrutura de madeira e telhas de fibrocimento.

É um imóvel de utilização mista com três pavimentos que abriga a agência central de Vitória, CDD Vitória Centro, Agência Filatélica e diversas unidades administrativas, incluindo o gabinete do superintendente.

O edifício está localizado no centro de Vitória- ES, é um prédio de interesse histórico do município, por essa razão para a sua reforma necessitou de autorização prévia da prefeitura.

Neste estudo serão apresentadas as patologias existentes na cobertura do prédio, as soluções encontradas, como também a forma como foram executadas.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Estudo das patologias de telhado do edifício sede dos correios da superintendência do Espírito Santo, localizado na cidade de Vitória-ES e acompanhamento da sua reabilitação por um período de quatro meses.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Descrever a estrutura do telhado existente (1)
- Identificar as patologias encontradas e suas possíveis causas; (2)
- Apresentar as soluções encontradas para sanar as patologias; (3)

- Apresentar a forma como foi realizada a obra de reabilitação do telhado, no período de abril a setembro de 2021, da fase de vistoria até a fase execução de alvenaria e concretagem. (4)

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Telhado

Telhado é uma expressão comumente utilizada como sinônimo de cobertura ou teto; constituindo o topo da edificação e responsável por protegê-la, bem como os seus usuários, das intempéries e fenômenos naturais; estes podem possuir materiais, estruturas e formatos variados.

A NBR 15575-5 Edificações habitacionais – Desempenho parte 5: Requisitos para sistemas de cobertura (2013, p.8) normatiza definições distintas para os termos: telhado, cobertura e teto. A saber:

Sistemas de Cobertura (SC)

Conjunto de elementos / componentes, dispostos no topo da construção, com as funções de assegurar estanqueidade às águas pluviais e salubridade, proteger demais sistemas da edificação habitacional ou elementos e componentes da deterioração por agentes naturais, e contribuir positivamente para o conforto termoacústico da edificação habitacional

Telhado

Elemento constituído pelos componentes telhas, peças complementares e acessórios.

Teto

Superfície inferior de uma cobertura, ou de entre pisos, que delimita internamente a parte superior de um cômodo.

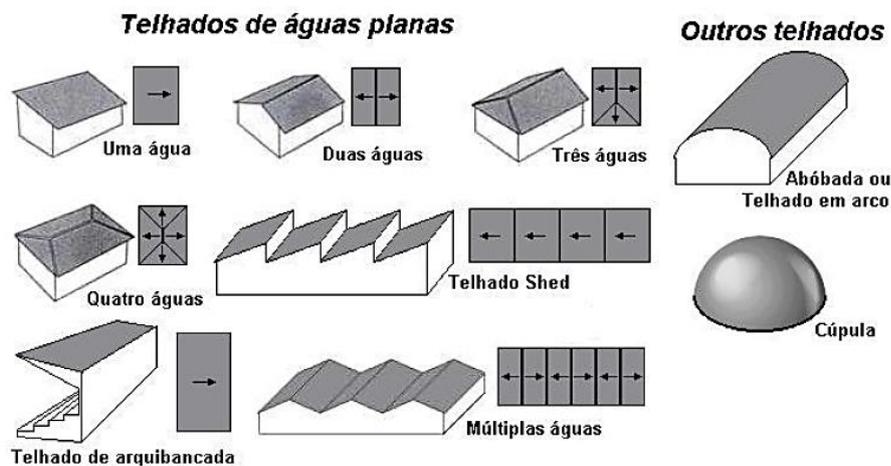
Moliterno (2010, P.1) divide o conjunto que forma o telhado em duas partes principais: a que chama de cobertura e a armação. A cobertura é composta por telhas podendo estas serem de diversos materiais, desde que sejam impermeáveis as águas pluviais e resistentes as intempéries; a armação é formada pelos elementos estruturais sendo responsável pela sustentação, variando seus materiais em madeira, alumínio, aço e concreto.

Ainda conforme Moliterno (2010, P.1) a origem do nome telhado está diretamente ligado aos componentes da cobertura, as telhas. No entanto, não necessariamente o sistema de proteção deve ser telhado, existe outros sistemas como: lajes com lâmina de água, jardins suspensos, terraços.

Em um telhado pode-se ter vários planos para escoamento das águas; estes vários planos, são comumente chamados de “águas do telhado” (LOGSDON, 2002, p. 5). A NBR 15.575-5 (2013, p. 9) trata como sinônimo as expressões: água, panos e vertente; define esses termos, como sendo cada um dos planos inclinados que constituem um telhado. A quantidade de planos inclinados geralmente define o seu modelo a saber: telhado de uma água, duas águas, três águas etc. Na Figura 1 é

possível observar alguns tipos de cobertura, onde elas são nomeadas, conforme a quantidade de “águas”, ou seu formato.

Figura 1 – Tipos de coberturas



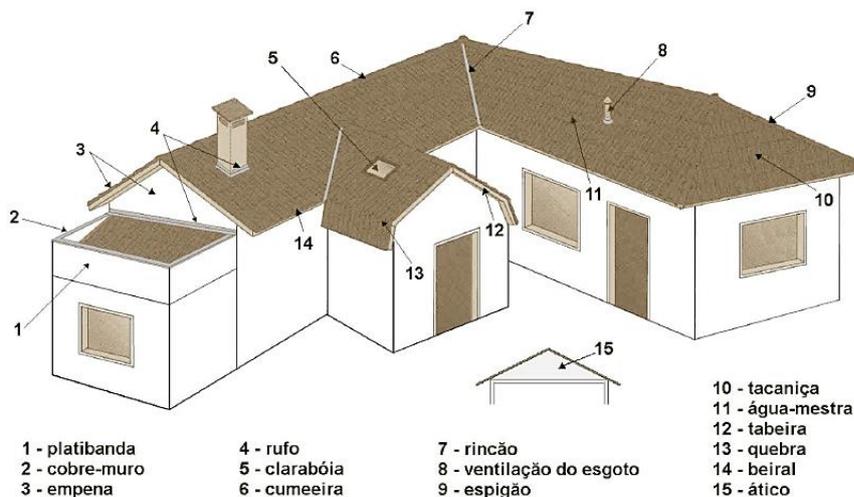
Fonte: Logsdon (2002)

Os variados formatos de telhados, em determinados tipos de edificação, proporcionam destaques na arquitetura, como os belos telhados coloniais, os quais são conhecidos por sua arquitetura exuberante; possuem uma estrutura de madeira e, uma cobertura com telhas cerâmicas encaixadas.

2.1.1 Elementos que constituem o telhado

Uma cobertura pode ser composta por diversos elementos, que juntos formam um telhado; no entanto, dependendo da edificação pode-se ter mais ou menos componentes. Na Figura 2 é identificado os diversos elementos que constituem um telhado.

Figura 2 - Designações dos elementos de um telhado



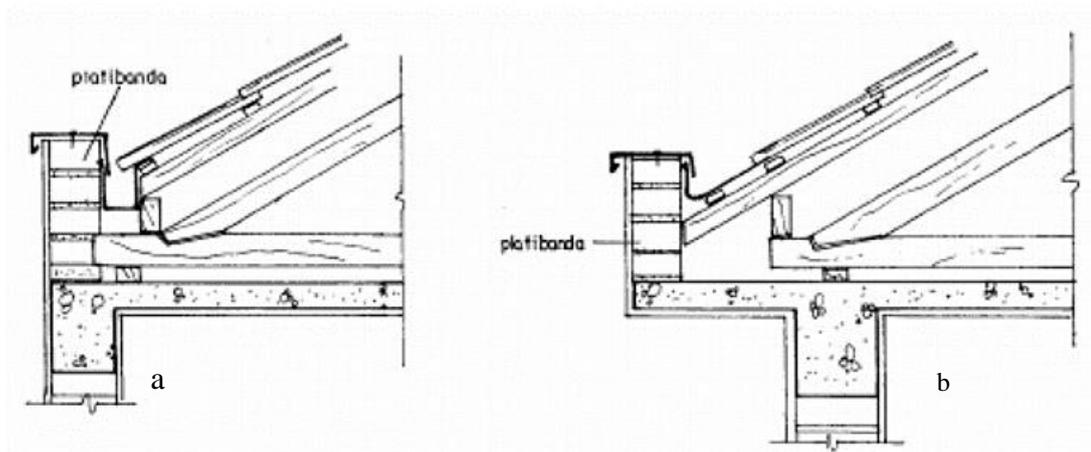
Fonte: NBR 15.575-5 (2013)

2.1.1.1 Platibanda

Platibanda é o prolongamento do alinhamento da parede externa, acima dos frechais, para camuflagem do telhado (MOLITERNO, 2010, p. 4). Quando utilizada a platibanda, pode ou não permanecer o beiral, e há necessidade de sempre ser colocado rufos, calhas e pingadeira, conforme afirmado por Milito (2019, p. 130), como apresentado na Figura 3.

Em geral, as platibandas possuem uma altura variável de 1,0 a 1,2m, a depender da estrutura, inclinação das telhas. As platibandas podem compor apenas uma parte da edificação ou contorná-la.

Figura 3 – Platibanda sem beiral (a) e platibanda com beiral (b)

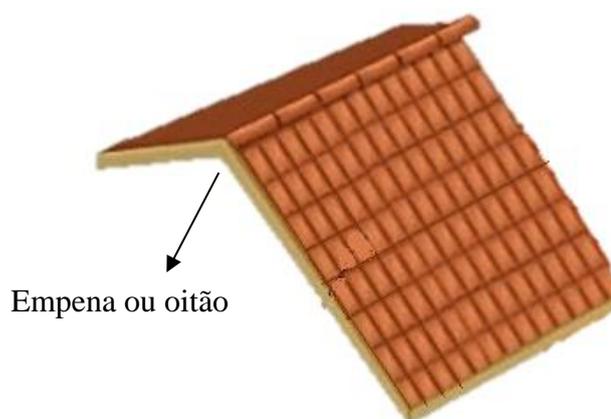


Fonte: Milito (2009)

2.1.1.2 Empena

A empena ou oitão, como indicada na Figura 4, é a parte lateral onde se apoia a cumeeira. Assim, cria a altura ou vão entre o telhado, laje ou forro. (PORTAL DA CONSTRUÇÃO, 2019). Geralmente, é mais fácil de visualizar, nas coberturas com estruturas de duas águas quando não há platibanda.

Figura 4 – Empena ou oitão



Fonte: Adaptado Ramos (2016)

2.1.1.3 Rufo

Peça complementar de arremate entre o telhado e uma parede (YAZIGI, 2009, p. 487). Tem por finalidade principal, evitar que as águas pluviais caiam diretamente no encontro entre a parede e as telhas, evitando infiltrações. Possuem uma pequena inclinação para permitir a descida da água para as telhas e conseqüentemente para as calhas, como pode ser observado na figura 5.

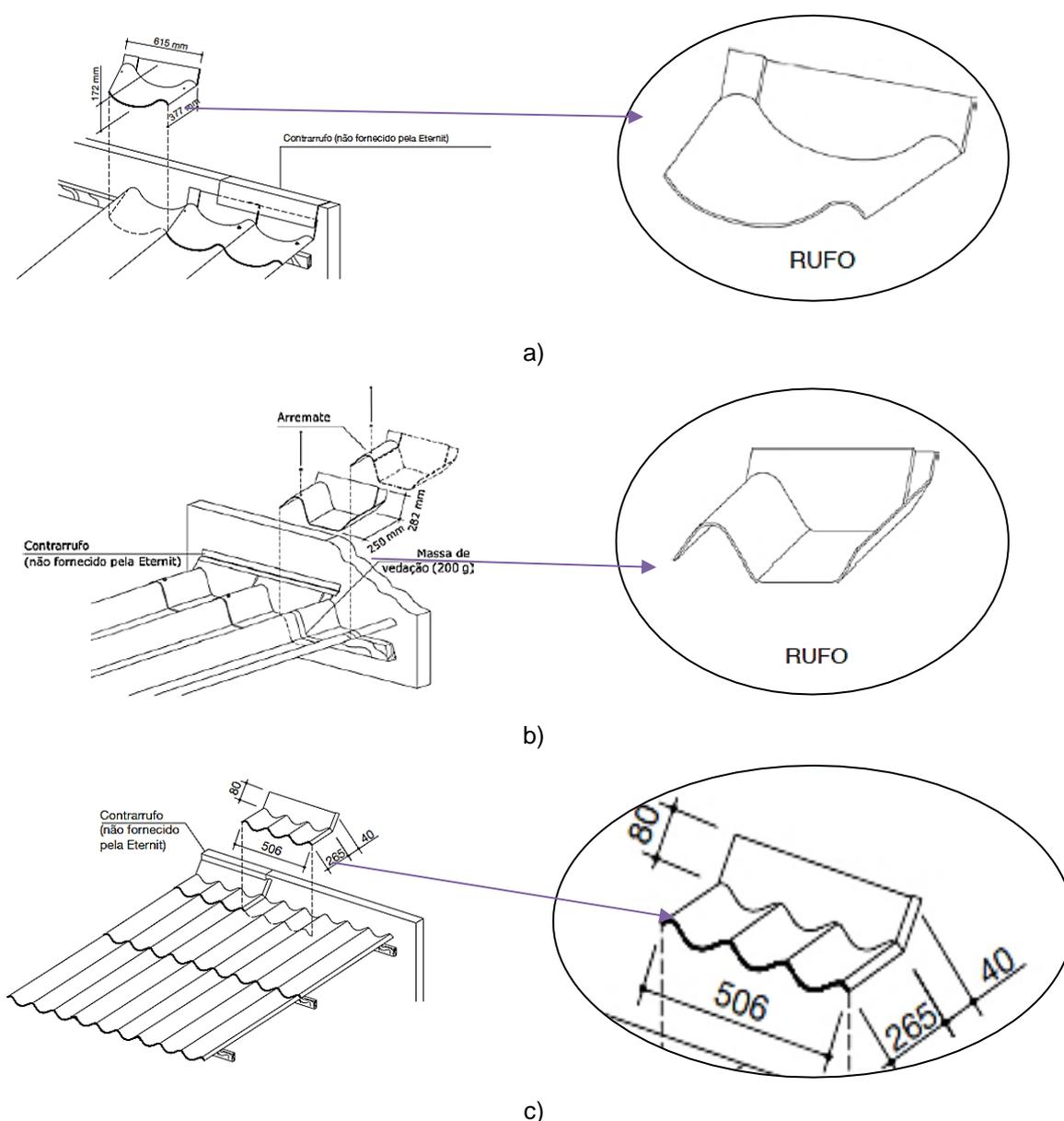
Figura 5- Rufo



Fonte: Calha Forte (2020)

Estes elementos, geralmente possuem uma largura de 30cm e são de materiais variados como aço, zinco, fibrocimento, concreto armado, pré-moldados. Alguns fabricantes de telhas dispõem de rufos do mesmo material delas, embora, usualmente possuam formatos diferente dos tradicionais, porém garantem mais agilidade durante a execução. Seus formatos divergem de acordo com o tipo de telha, como verificado na Figura 6 (ETERNIT, 2021).

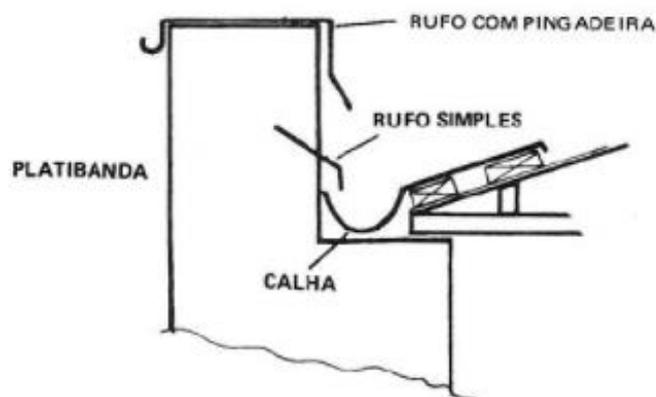
Figura 6 - Tipos de rufos Eternit. a) Rufos para telha modulada, b) Rufos para telha canaleta e c) Rufos para telha superonda.



Fonte: Adaptado Eternit (2021)

Azeredo (1977, p. 174) apresenta dois tipos de rufos: os rufos simples e os rufos pingadeira, conforme pode ser observado na Figura 7, o simples poderá ser usado na parte interna da platibanda, com finalidade de encaminhar a água que corre pela alvenaria da platibanda até a calha; o tipo pingadeira é aplicado em terminais de parede e servem para evitar o escoamento da água nas superfícies verticais.

Figura 7 – Tipos de rufos



Fonte: Azeredo (1977)

2.1.1.4 Espigão, Cumeeira e Rincão

Espigão, cumeeira e rincão são semelhantes pelo fato de que, os três, tem por finalidade, a delimitação do encontro de águas, diferenciando-se em suas posições e ângulos.

Espigão é uma aresta inclinada, pode ser visualizado pelo item a da Figura 9, delimitada pelo encontro entre duas águas, que formam um ângulo saliente², sendo isto um divisor de águas (NBR 8039, 1983, p. 1).

Cumeeira em geral está localizada na parte mais alta do telhado, como indicado no item b da figura 9, é uma aresta reta a qual delimita o encontro de duas águas, geralmente as principais de maior área. (YAZIGI, 2009, p. 487; MOLITERNO, 2010; p. 4; NBR 8039, 1983, p. 1).

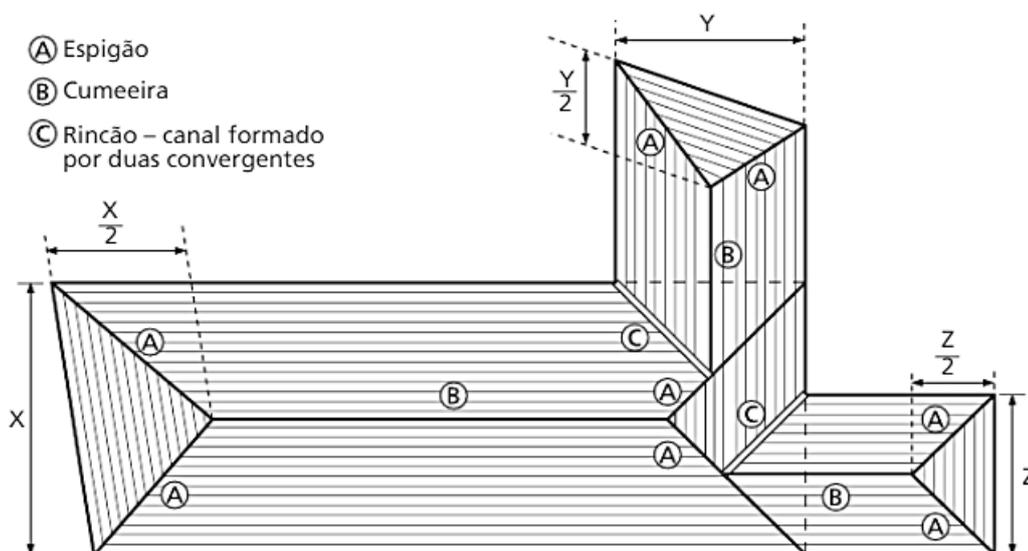
Rincão é uma aresta inclinada delimitada pelo encontro de duas águas que formam um ângulo reentrante¹, sendo conseqüentemente um captador de águas

¹Ângulo reentrante: que reentra, formando curva ou ângulo para dentro, superior a 180°.

² Ângulo saliente: que sobressai, formando um ângulo inferior a 180°.

(também chamado de água-furtada), pode ser observado no item c na Figura 8 (YAZIGI, 2009, p. 487).

Figura 8 – Cumeeira, espigão e rincão

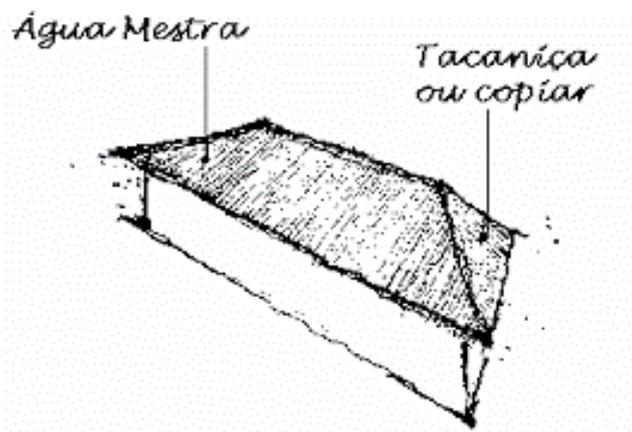


Fonte: Moliterno (2010)

2.1.1.5 Água mestra

Segundo a NBR 15575-5 (2013, p. 9) a água mestra é a principal água, a qual possui uma maior área que geralmente tem um formato trapezoidal, encontrada em telhados de três e quatro águas, como analisado na Figura 9.

Figura 9 – Água mestra

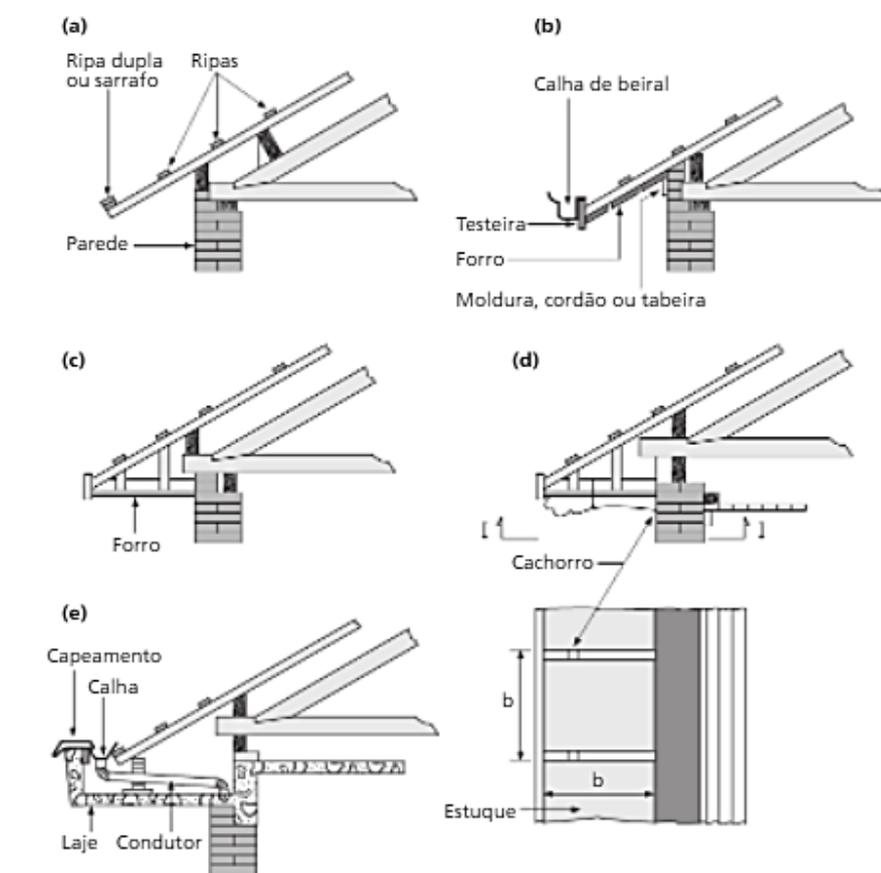


Fonte: IPHAN (1999)

2.1.1.6 Beiral

É a projeção do telhado para fora do alinhamento da parede da fachada (YAZIGI, 2009, p. 487). Tem por finalidade, além do acabamento arquitetônico, proteger a parede; evitando assim, que a água pluvial caia diretamente na alvenaria, como pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 – Tipos de beiral



Fonte: Moliterno (2010)

Moliterno (2010, p. 5) apresenta os tipos de beirais existentes, que podem ser observados na Figura 10, os quais são:

- a- *Caibros aparentes: (inconveniente por possibilitar levantamento de telhas pela ação do vento);*
- b- *Revestimento fixado nos caibros;*
- c- *Revestimento fixado numa trama de caibros e sarrafos;*
- d- *Revestimento com elemento decorativo (cachorro);*
- e- *Beiral em laje de concreto armado.*

2.1.1.7 Ático

De acordo com a NBR 15.575-5 (2013, p. 9) é o espaço compreendido entre o telhado e o forro, ou a laje e o forro.

2.1.1.8 Calha

A NBR 10.844 (1989, p. 2) – Instalações Prediais de águas pluviais define calha como: canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino. A mesma NBR, faz referência a três tipos de calhas:

Calha de água-furtada: calha instalada na linha de água-furtada da cobertura.

Calha de beiral: calha instalada na linha de beiral da cobertura.

Calha de platibanda: calha instalada na linha de encontro da cobertura com a platibanda. (NBR 10.844, p. 2)

As calhas assim como os rufos podem ser encontrados em diversos materiais. Conforme orientado pela NBR 10.844 (1989, p. 3) devem ser confeccionadas com os seguintes materiais: chapas de aço galvanizado, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio, fibrocimento, PVC rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria.

As calhas, juntamente com os condutores verticais e horizontais e, as caixas coletoras compõe o sistema de instalações prediais de águas pluviais. O qual, tem por objetivo, realizar a drenagem das águas pluviais e direcioná-las a um destino.

Condutor Horizontal: Canal ou tubulação horizontal destinado a recolher e conduzir águas pluviais até locais permitidos pelos dispositivos legais.

Tubulação vertical: destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-las até a parte inferior do edifício. (NBR 10.844, 1989, p. 2).

É necessário, que seja calculado a área de contribuição, soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação (NBR 10.844, 1989, p. 2). E conseqüentemente a vazão de projeto que será a vazão de referência no dimensionamento das calhas e condutores verticais e horizontais.

2.2. Estrutura do telhado

A estrutura do telhado é dividida na literatura em duas partes: principal e secundária (LOGDSON, 2002, p. 1; FLACH, 2012, p. 19). A principal poderá ser constituída por tesouras ou por pontaletes e, vigas principais; a secundária composta pelas ripas, caibros e terças, chamado de trama ou armação (YAZIGI, 2009, p. 487). Semelhante a estrutura de madeira, na estrutura metálica, são encontradas: terças, vigas, treliças (tesouras) ou pórtico e, dependendo da estrutura pontaletes (DINIZ, 2018; PFEIL, 2009).

A estrutura do telhado, pode variar conforme o tipo de telha utilizado e o formato do telhado, como aponta Diniz (2018, p. 38).

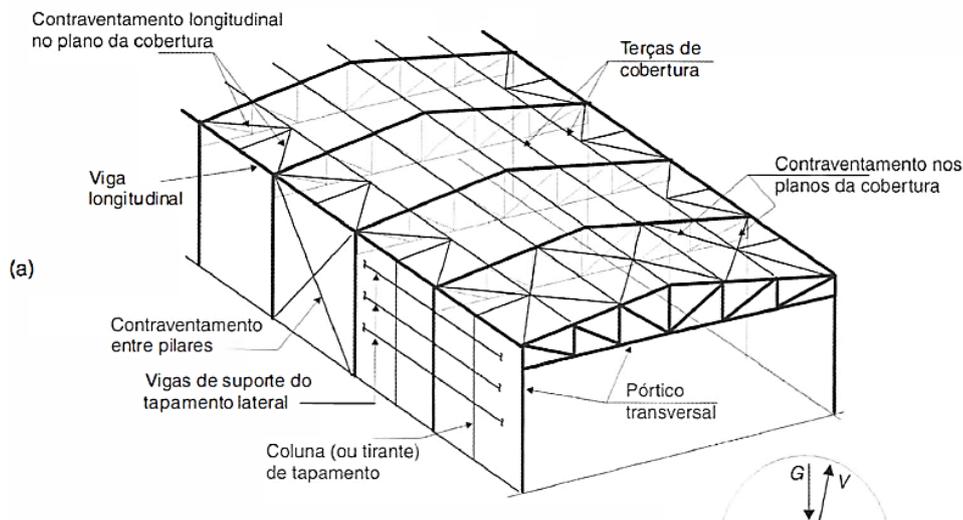
A trama se apoia sobre as tesouras, no caso de telhas cerâmicas e de concreto, a constituição da trama é feito com ripas, caibros e terças, em que as telhas são apoiadas sobre as ripas, que são apoiadas sobre os caibros, que são apoiadas sobre as terças, que finalmente são apoiadas sobre as tesouras. Para telhas de dimensões maiores, tais como as telhas metálicas, plásticas e de fibrocimento, é possível eliminar os caibros e ripas.

Segundo Flach (2012, p. 64) as estruturas descontínuas de aço basicamente seguem o modelo de uma estrutura tradicional de madeira com tesoura e terças, sendo o uso de caibros e ripas geralmente desnecessários devido ao uso de telhas de grande dimensão; a tesoura pode ser substituída por vigas de alma cheia.

Na Figura 11 é possível observar um exemplo de estrutura de metálica, nota-se que nesta não há o uso de caibro e ripas, portanto estrutura para telhas de dimensões maiores. Para Diniz (2018, p. 46) o uso de caibros e ripas nas estruturas metálicas, é mais utilizada em estruturas leves, como casa, garagens, edificações de pequeno porte.

Na Figura 11, ainda pode ser observado o uso de contraventamento, que conforme Pfeil e Pfeil (2009, p. 32) são barras associadas geralmente em forma de X, compondo sistemas treliçados e tem por finalidade oferecer estabilidade espacial ao conjunto e, distribuir as cargas do vento.

Figura 11 – Estrutura Metálica



Fonte: Pfeil (2009)

Conforme Pfeil e Pfeil (2003, p. 1) a madeira é um material utilizado para construção há muitos séculos, existindo uma grande variedade de sistemas estruturais e que vêm evoluindo em função dos diversos produtos industrializados. Entre os diversos sistemas estruturais de madeira citados por Pfeil e Pfeil (2003, p. 32) estão: estruturas de pórticos, arcos, abóboras e o sistema treliçado, que segundo o autor provavelmente é o mais tradicional, utilizado em coberturas tanto residenciais quanto industriais e pontes.

Pfeil e Pfeil (2003, p.1) ainda fala que quando comparada com outros materiais de construção convencionais, a madeira apresenta uma excelente relação resistência/peso, além de facilidade de fabricação de diversos produtos industrializados e um bom isolamento térmico, porém há a desvantagem de estar sujeita a degradação por ação biológica de fungos, brocas etc.

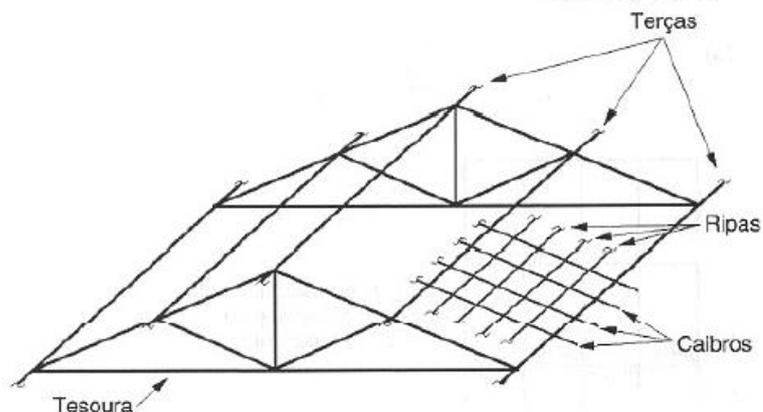
Diniz (2018, p. 7) afirma que a madeira ainda é a matéria prima mais empregada para estruturas de telhados, atualmente, nos mais diversos tipos de edificação, nas mais diversas formas de ser utilizada; porém o autor relata que este uso excessivo da madeira pelo homem, no decorrer do tempo, causou devastação ambiental e com a preocupação crescente acerca do âmbito ambiental o aço está a cada dia ganhando reconhecimento e força no mercado.

Conforme Moliterno (2010, p. 11), o madeiramento utilizado com muita frequência é a Peroba e o Pinho Brasileiro, principalmente nos estados Paraná e

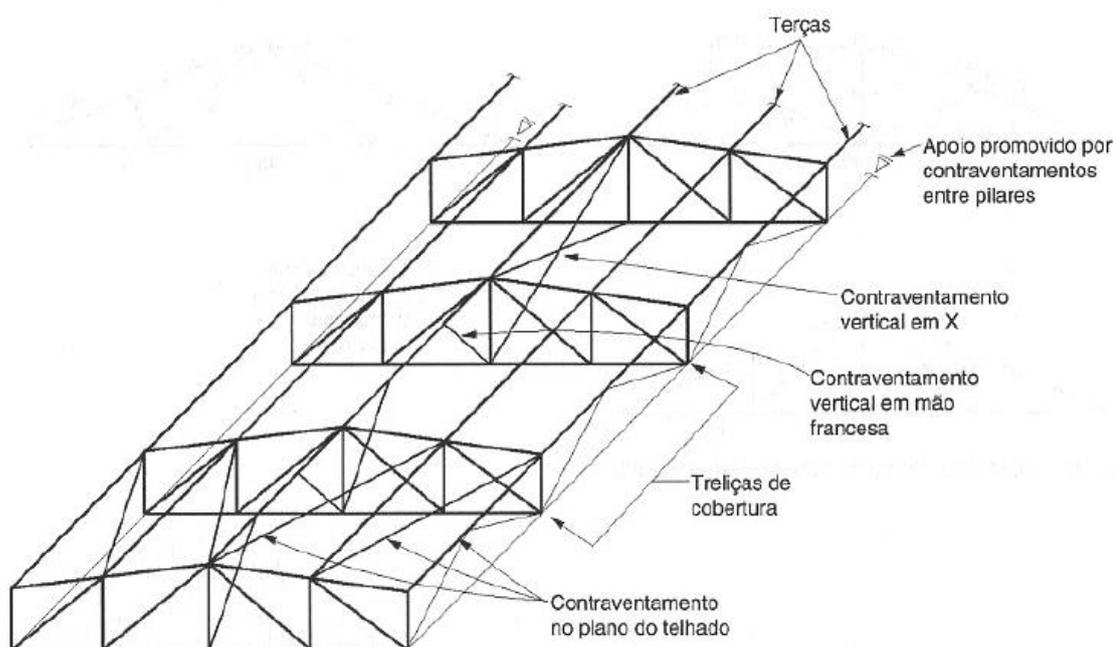
Santa Catarina, porém o alto custo dessas espécies tem provocado a substituição destes, por produtos de reflorestamento, a exemplo do Eucalipto Citriodora, que substituem a peroba.

O autor Pfiel e Pfiel (2003, p. 16) apresenta entre os variados modelos de sistemas estruturais, que se pode desenvolver com madeiras, o sistema de treliçado para telhas cerâmicas (com uso de caibros e ripas); e o sistema treliçado com contraventamento, que em geral segundo o autor, é utilizado para cobertura com telhas metálicas em edificações industriais. Os dois modelos podem ser observados na Figura 12.

Figura 12 - Estrutura de madeira treliçada. a) treliçado para telhas cerâmicas; b) treliçado com contraventamento;



(a)



(b)

Fonte: Pfiel e Pfiel (2003)

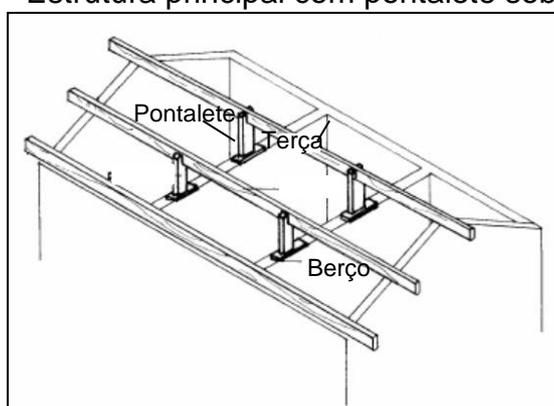
A estrutura principal pode ser composta por pontaletes e mão francesas, geralmente usadas para telhados sobre laje, como observado na Figura 13, ou substituindo as tesouras sendo estes apoiados sobre as paredes, conforme analisado na Figura 14.

Figura 13 – Estrutura principal com pontalete sobre a laje



Fonte: Faz Fácil (2012)

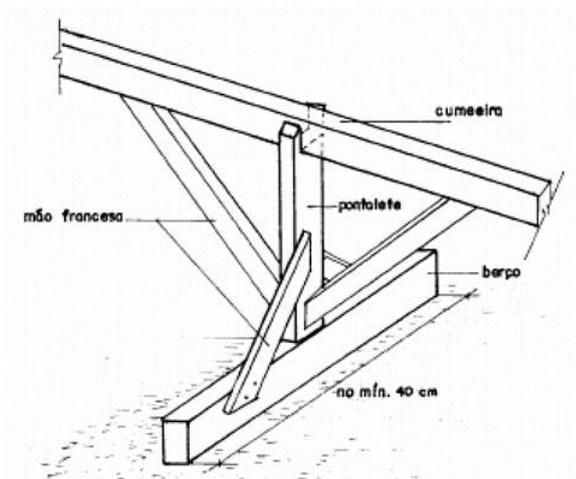
Figura 14 – Estrutura principal com pontalete sobre a parede



Fonte: Milito (2009)

Segundo Milito (2009) no telhado pontaletado, os pontaletes trabalham à compressão e, devem ser fixados em um berço de madeira apoiados na laje, sendo assim, a laje recebe uma carga distribuída. A estrutura do berço pode ser observada na Figura 15.

Figura 15 - Detalhe do berço para distribuição de cargas

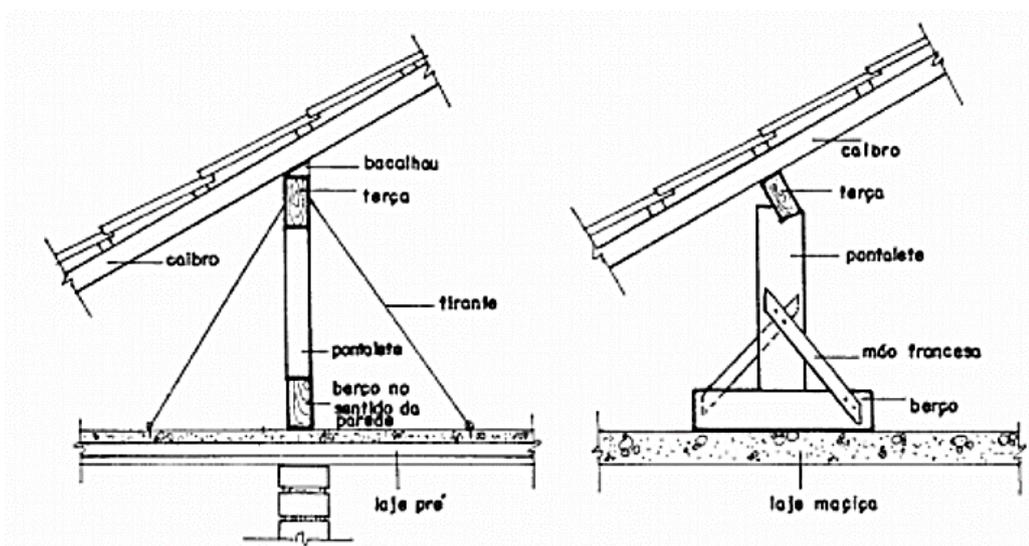


Fonte: Milito (2009)

Milito (2009, p. 115) alerta ao cuidado com o uso de estrutura pontaletada em lajes pré-moldadas, diferentemente da laje maciça que podem ser apoiados em qualquer direção; na pré-moldada os pontaletes devem ser apoiados na direção das paredes e, caso seja necessário colocar pontaletes em alguma direção fora destas, deve se colocar uma viga de concreto invertida no caso de vãos grandes ou viga de madeira nos vãos pequenos.

A diferença da estrutura para os dois tipos de laje pode ser observada na Figura 16.

Figura 16 – Apoio dos pontaletes



Fonte: Milito (2009)

Yazigi (2009, p. 487) define os termos: ripas, caibros, terças, tesoura e pontalete. A saber:

Ripas: peças de madeira colocadas horizontalmente e pregadas sobre os caibros, atuando como apoio as telhas cerâmicas;

Caibros: peças de madeira dispostas com inclinação da cobertura das telhas, atuando por sua vez como suporte das ripas;

Terças: peças de madeira colocadas horizontalmente e apoiadas sobre tesouras, sobre pontaletes ou ainda sobre paredes, funcionando como sustentação dos caibros em telhados cerâmicos ou diretamente de telhas de fibrocimento;

Tesoura: treliça de madeira que serve de apoio para a trama. As barras da tesoura recebem designações próprias, quais sejam: empena ou banzo superior (com a inclinação da cobertura); linha, tirante ou banzo inferior (horizontal); montante (vertical, não central); montante principal ou pendural (vertical central); diagonal ou escora (inclinada interna);

Pontalete: peça de madeira disposta verticalmente, constituindo pilaretes apoiados na laje de cobertura, sobre os quais se apoiam as vigas principais ou as terças

2.3 Tipos de Telhas

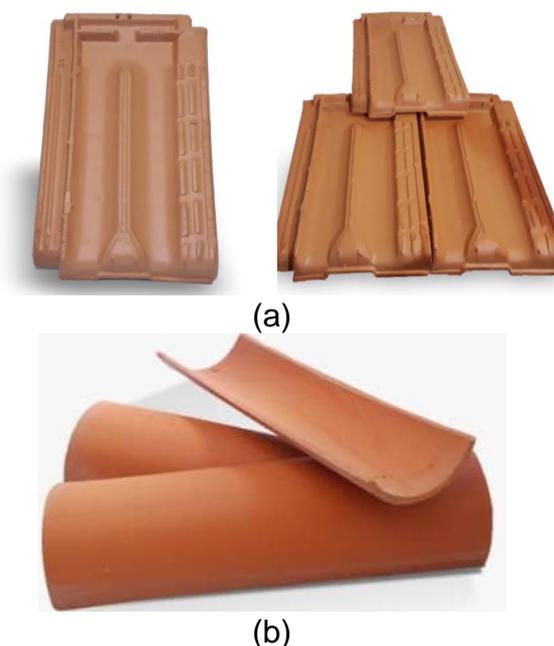
No mercado para telhas é possível encontrar uma grande variedade de tipos e materiais constituintes. Sendo comum o uso das telhas metálicas, de fibrocimento, as termoacústicas, entre outras, utilizadas em galpões, coberturas de lajes e em edificações comerciais; as telhas cerâmicas, esmaltadas, geralmente são mais utilizadas em edificações residenciais.

2.3.1 Telhas Cerâmicas

Conforme Logsdon (2002, p. 66), a razão da usualidade das telhas cerâmicas em edificações, está relacionada a praticidade de encontrá-la no mercado. Ainda segundo o autor, no Brasil as telhas cerâmicas juntamente com as de fibrocimento são as mais utilizadas.

Yazigi (2009, p. 495) divide as telhas cerâmicas por ele apresentadas em dois tipos: planas e curvas, define por *planas* as do tipo Marselha, comumente chamadas de francesas, verificado na Figura 19, e as do tipo escamas, chamada de germânica; as *curvas* que são as do tipo capa e canal comumente chamadas de romanas ou coloniais.

Figura 17 - Telhas cerâmicas (a) francesas; (b) capa e canal



Fonte: Adaptado rei da telha (2018)

Dentre as telhas cerâmicas existe um leque de modelos e cores a serem escolhidas, entre elas, estão as telhas coloniais, romanas, mediterrâneas, francesas, sendo que suas nomenclaturas podem divergir entre fabricantes.

2.3.2 Telhas translúcidas

As telhas translúcidas, são produzidas em poliéster, podendo conter outros componentes, conforme fabricante. Possui geralmente em sua composição produtos que protegem dos raios UV.

Esse tipo de telha é indicado para qualquer tipo de edificação desde fins residenciais a comerciais e seu diferencial é garantir sustentabilidade, uma vez que propõe uma boa iluminação natural. Segundo Coutinho (2018, p. 42), as telhas permitem aproveitar totalmente ou parcialmente a luz solar.

O autor ainda argumenta sobre a definição das telhas, e diz:

Esses materiais são denominados translúcidos, quando ofuscam a imagem para o exterior, ou transparentes quando há total nitidez na passagem da luz visível. As telhas transparentes ou translúcidas são utilizadas para cobertura total ou, mais comumente, em conjunto com telhas de outros materiais sendo necessário, portanto, haver compatibilidade com aquelas que a acompanham. (COUTINHO, 2018, p. 42).

2.3.3 Telhas de Fibrocimento

As telhas de fibrocimento estão entre as duas mais utilizadas no Brasil, presente nos diversos tipos de edificações, desde residências a galpões. Entre suas vantagens, pode-se abordar dois pontos: elas atendem a baixas inclinações e, a economia no investimento, uma vez que suas dimensões são bem maiores ao comparar com as cerâmicas e conseguem vencer vãos maiores com uma estrutura simplificada, seja de estrutura de madeira ou metálica, conforme garantido pelo fabricante (ETERNIT, 2021).

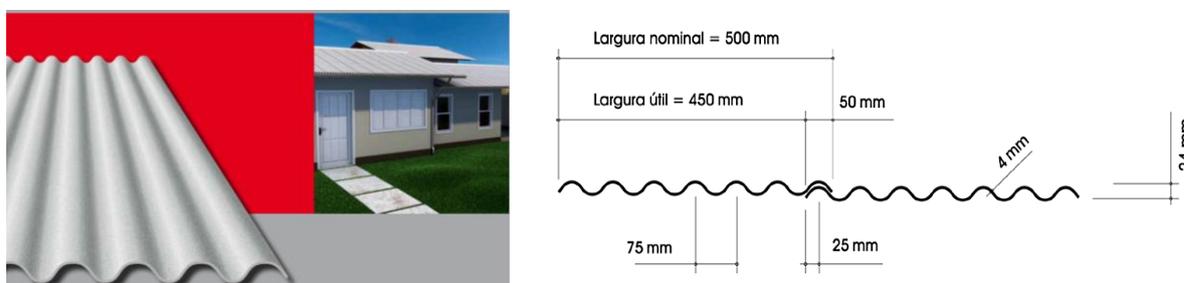
Dentre as telhas de fibrocimento, existem variados modelos e dimensões, possibilitando a escolha da peça que melhor atende a necessidade do projeto. A denominação de cada modelo pode variar conforme o fabricante. Logdson (2002, p. 4) indica que o modelo mais comum é a telha ondulada.

Dentre os tipos de telhas de fibrocimento disponíveis no mercado o fabricante Eternit apresenta 9 tipos, entre eles podemos mencionar as telhas vogatex, olinda, ondulada e canaleta E49.

2.3.3.1 Telhas Vogatex

Telhas Vogatex 4mm, observada na Figura 18, segundo o fabricante Eternit é indicada para coberturas mais simples, como residências, depósitos, estacionamentos, aviários, canteiros de obras etc.

Figura 18 – Telhas Vogatex da Eternit



Fonte: Catálogo Eternit (2020/2021)

2.3.3.2 Telhas Olinda

Telhas Olinda (Figura 19), indicada pelo fabricante para fins residenciais, e comerciais, seu diferencial entre as telhas onduladas está em sua cor que se assemelha ao tom das cerâmicas.

Figura 19 – Telhas Olinda da Eternit

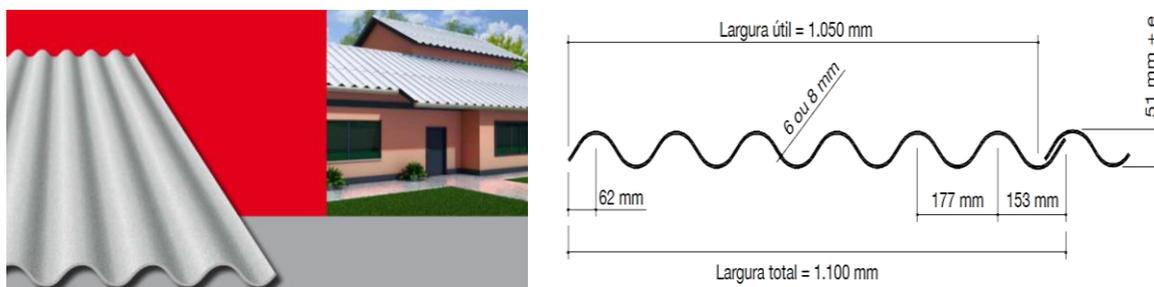


Fonte: Catálogo Eternit (2020/2021)

2.3.3.3 Telha Ondulada

Telha Ondulada, observada na Figura 20, conhecida por sua versatilidade e, indicada como a telha de fibrocimento mais utilizada no Brasil.

Figura 20 – Telha tropical

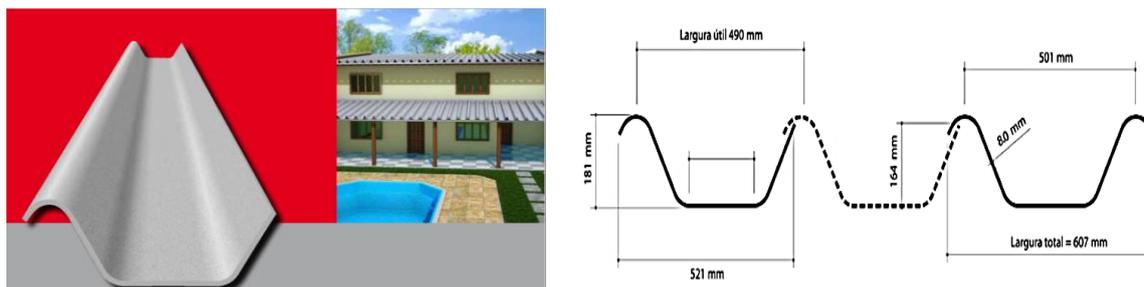


Fonte: Catálogo Eternit (2020/2021)

2.3.3.4 Telha canaleta E 49

Telha canaleta E 49, exposta na Figura 21, ou também conhecida como kalheta a depender do fabricante, possui como diferencial a vantagem de atender a maiores vãos livres, com uma menor estrutura de apoio, além de proporcionar telhados horizontais de alta resistência e durabilidade, com toda segurança garantida pelo fabricante. Indicado para fins residenciais, comerciais e industriais.

Figura 21 – Telha Canaleta E49

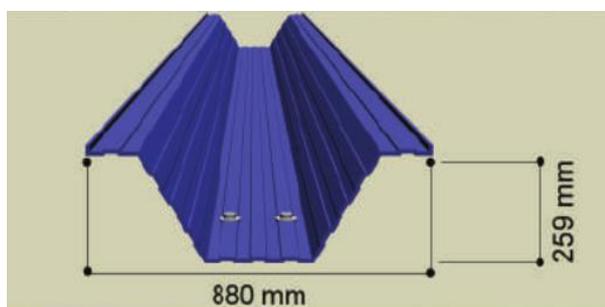


Fonte: Catálogo Eternit (2020/2021)

2.3.4 Telhas metálicas

As telhas metálicas, indicadas na Figura 22, em geral são utilizadas para fins industriais, em galpões, ginásios; a depender do fabricante e modelo conseguem inclinações mínimas de até 2%, a exemplo da telha autoportante A 259, do fabricante Santo André, recomendada para vãos de médio a grande porte, são fornecidas em até 18m.

Figura 22 – Telha autoportante



Fonte: Catálogo Eternit (2020/2021)

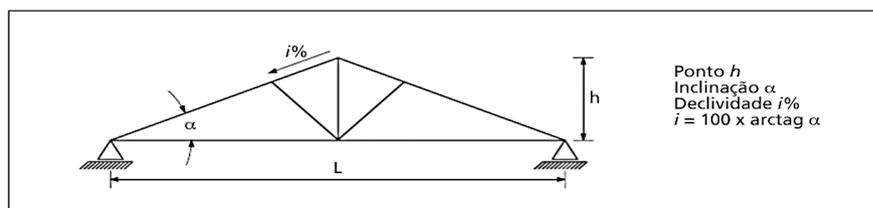
Porém as telhas metálicas, conforme relata Sampaio (2011, p. 1), superam 53°C na sua superfície, fato que as tornam as piores telhas quanto ao conforto térmico, quando comparado com outras.

Além das telhas mencionadas, existem no mercado as telhas gravilhadas, termoacústicas, fibra vegetal, germânicas, esmaltadas, pet, policarbonato, PVC, concreto, fotovoltaicas. Cada uma com finalidades diferentes e que em algumas podem possuir características semelhantes às de alguma das telhas aqui apresentadas.

2.4 Inclinação e declividade

Na Figura 23 é possível identificar o parâmetro ponto h, para cálculos da inclinação e declividade

Figura 23 – Ponto h, inclinação e declividade



Fonte: Montenegro (1984)

A inclinação (α) é encontrada através do cálculo da arcotangente de α , ou seja, da relação entre altura da cumeeira dividido pela metade do vão a ser coberto (relação nomeada de ponto h), portanto é dado em graus. A declividade ($i\%$) é dada em porcentagem e é calculada pelo arcotangente de α multiplicado 100.

Com a inclinação em porcentagem ($i\%$) indicada, a altura de cumeeira fica determinada pela relação apresentada na equação 1 (COUTINHO, 2018, p. 48).

$$h = \frac{L}{2} * I\% \quad (1)$$

Portanto, deve-se usar a inclinação indicada pelo fabricante e dividir pela metade do vão a ser vencido para encontrar a altura h.

A declividade do telhado estará diretamente relacionada ao tipo e modelo de telha, podendo suas inclinações mínimas variar de 2% a 35%, devendo ser obedecidos os valores recomendados pelos fabricantes. Em casos de execução com valores abaixo do recomendado, poderá surgir patologias, por exemplo a possibilidade de gotículas das águas pluviais voltarem e assim causar goteiras nas edificações.

2.5 Impermeabilização

Conforme a NBR 9575 (2010, p. 5), impermeabilização é o conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade.

Diversas patologias ocorrem nas edificações devido a falhas no momento da impermeabilização, ou mesmo na sua ausência. Esse serviço tem início, normalmente, após a conclusão das estruturas (PACHECO, 2018, p. 210).

A NBR 9575 (2010, p. 7) classifica o tipo de impermeabilização quanto ao tipo de material utilizado, sendo: cimentícios, asfálticos e poliméricos. Quanto a aplicação, a NBR 9574 (2008), divide em dois grupos: o dos rígidos e dos flexíveis.

- Rígido

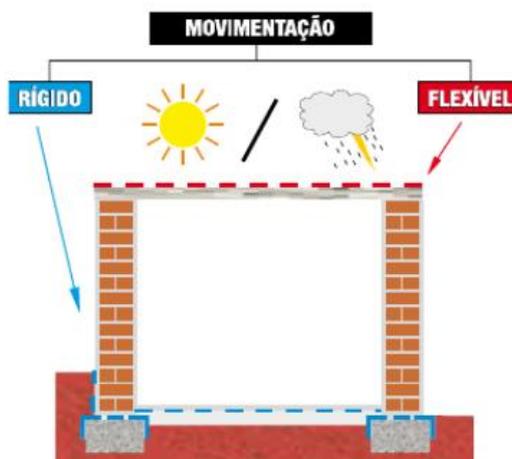
A NBR 9574 (2008) define que são impermeabilizações do tipo rígida: as argamassas, as quais podem ser: impermeável com aditivo hidrófugos ou, com polímeros; os cimentos cristalizantes para pressão negativa ou, modificado com polímero e a membrana epoxída;

Vieira (2018, p. 2) afirma sobre impermeabilização do tipo rígida:

Se dá com a aplicação da camada estanque na base sem outras camadas presentes e complementares. Pode ser feita com diversos tipos de materiais, entre eles os aditivos hidrófugos, que consistem em materiais que reagem com o cimento conforme ocorre a hidratação.

De acordo com o catálogo técnico da vedacit (2018, p. 11), é indicado para estruturas que não se movimentam, como pode ser observado na Figura 24, e consequentemente não sofrem deformações, a exemplo de fundações, caixas d'água e piscinas enterradas.

Figura 24 – Impermeabilização rígida e flexível



Fonte: Vedacit (2018)

Apesar dos autores Vieira (2018, p. 211) e Pacheco (2018, p. 2) associarem as mantas e membranas como sendo flexíveis, a membrana epóxi, apesar de ser um tipo de membrana, conforme normatizado na NBR 9574 (2008, p. 4) é do tipo rígido.

- Flexível

A impermeabilização flexível é compreendida como o conjunto de materiais ou produtos aplicados nas partes da construção que são sujeitas a fissuras, podendo ser de dois tipos: as membranas, que são moldadas no próprio local, e as mantas, que podem ou não ser estruturadas, ou pré-fabricadas (VIEIRA, 2018, p. 3).

O autor ainda cita que as membranas sobressaem as mantas pelo fato que não possuem emendas. Uma vez que as membranas são aplicadas com produtos líquidos semelhantes a uma pintura; e as mantas se assemelham a um carpete, e demanda cuidado nas emendas e acabamentos em rodapés, ralos, encontros de parede, podendo a mal execução destes detalhes acarretar patologias.

A NBR 9574 (2008) apresenta os tipos de aplicação que compõe esse grupo, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Tipos de impermeabilização do tipo flexível

Membranas	Mantas
Emulsão asfáltica	Asfálticas
Asfalto elastomérico em solução	Policloreto de vinila (PVC)
Elastomérica de policloropreno e polietileno Clorossulfonado	Polietileno de alta densidade (PEAD)
Elastomérica de estireno-butadieno-ruber (S.B.R.);	Elastomérica de etileno-dieno - monômero – EPDM
Poliuretano	Elastomérica de polisobutileno isopreno (IIR)
Poliuretano modificado com asfalto	Elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S)
Polímero com cimento	Asfalto modificado com adição de polímero
Acrílica	Asfalto modificado sem adição de polímero

Fonte: Adaptada NBR 9574 (2008)

Para Pacheco (2018, p. 211), impermeabilização do tipo flexível:

É realizada da seguinte maneira: sobre a base (concreto, por exemplo) executa-se a regularização, normalmente através de argamassa; sobre a regularização se aplica o material impermeabilizante (manta asfáltica, manta líquida etc.); e sobre este se utiliza a proteção mecânica (camada de argamassa) para proteger o sistema contra intempéries e passagem de pessoas, veículos ou equipamentos.

2.5.1 Sistemas de impermeabilização

Os sistemas de execução de impermeabilização, conforme Soares (2014, p.25), é determinado após o estudo da estrutura a ser impermeabilizada, a partir do grau de fissuração, deformidade, movimentação de cargas da base e camada de regularização, são determinadas as exigências dos sistemas.

A Figura 25, indica um tipo de sistema de impermeabilização, no qual é composto por: base, camada de regularização, impermeabilização, camada de separação e proteção mecânica. A NBR 9575 (2010, p. 3) define cada termo apresentado.

Camada de regularização horizontal ou contrapiso: estrato com as funções de regularizar o substrato, proporcionando uma superfície uniforme de apoio, coesa, perfeitamente aderida e adequada a camada impermeável, e de fornecer a ele um certo caimento ou declividade.

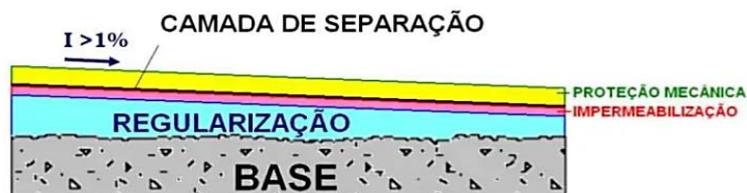
Camada de regularização vertical: estrato com a função de regularizar o substrato, proporcionando uma superfície uniforme de apoio, coesa, perfeitamente aderida e adequada a camada impermeável.

Camada impermeável: estrato com a função de promover uma barreira a passagem de fluídos.

Camada separadora: estrato com a função de evitar a aderência de outros materiais sobre a camada impermeável.

Proteção mecânica: estrato com a função de absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos atuantes por sobre a camada impermeável, de modo a protegê-la contra a ação deletéria destes esforços.

Figura 25 – Sistemas de impermeabilização 1



Fonte: Cunha (2014)

Um segundo sistema de impermeabilização é a proteção térmica, composto por quatro camadas as quais são: camada de regularização, impermeabilização, isolamento térmico e proteção mecânica, observado na Figura 26.

Camada de proteção térmica: extrato com função de reduzir o gradiente de temperatura atuante sobre a camada impermeável, de modo a protegê-la contra os efeitos danosos do calor excessivo (NBR 9575:2010, p. 3).

Figura 26 – Sistema de impermeabilização com proteção térmica

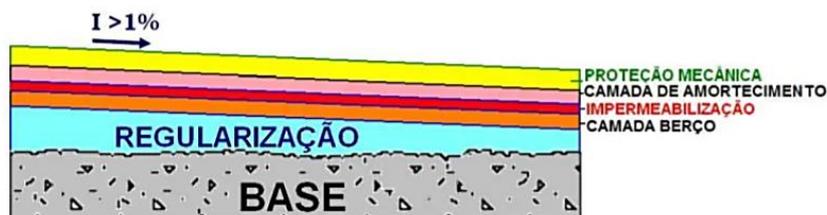


Fonte: Cunha (2014)

Conforme Cunha (2014, p. 18), este tipo de sistema é indicado para áreas sob ação intensiva das intempéries (sol, chuva, neve, geada etc.) e é utilizado para a execução dessa camada argamassa com pérolas de isopor, vermiculita, chapas de poliestireno expandido.

De acordo com Cunha (2014, p. 20), no sistema de impermeabilização com camada berço e de amortecimento; a camada de amortecimento possui a mesma função da camada de proteção mecânica, porém pelo lado de baixo da impermeabilização, como observado na Figura 27, geralmente é utilizada com a camada berço.

Figura 27 – Sistema de impermeabilização com camada berço e amortecimento



Fonte: Cunha (2014)

Camada de amortecimento: estrato com função de absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos atuantes sobre a camada impermeável, de modo a protegê-la contra a ação deletéria destes esforços.

Camada berço: estrato com função de apoio e proteção de camada impermeável contra agressões provenientes do substrato. (NBR 9575, 2010, p. 3).

2.6 Patologias em coberturas

Patologia vem do grego e significa: Pathos: Doença; Logia: estudo, portanto o estudo da doença. A NBR 15575-1 (2013, p. 9) define manifestação patológica como sendo a não conformidade, que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção, bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural.

Os principais requisitos a serem garantidos em uma edificação são: segurança estrutural, estanqueidade à água, conforto térmico, conforto acústico e durabilidade. Estes podem ser comprometidos por manifestações patológicas, que devem ser evitadas ou corrigidas (CAPORRINO, 2018, p. 10). Então, neste caso, inspecionar, avaliar e diagnosticar as patologias da construção são tarefas que devem ser realizadas sistematicamente e periodicamente, de modo que os resultados e as ações de manutenções devem cumprir efetivamente a reabilitação da construção, sempre que for necessária (GRANATO, 2002, p. 12).

Gomide (2018, p. 39) define manutenção como sendo um conjunto de atividades, serviços, que visam assegurar as condições de segurança, confiabilidade e conservação das edificações, conforme foram previstas em projeto. Sendo assim, visando atender seus usuários durante muitos anos, apresentando condições adequadas ao uso a que se destinam, resistindo ao uso e aos agentes que alteram suas propriedades técnicas iniciais.

Segundo Gomide as manutenções podem ser divididas em:

a) Manutenção Corretiva

Consiste em reparar ou corrigir falhas ocorridas no objeto, de modo a recolocá-lo nas condições originais, para que volte a atender os requisitos de desempenho. Sendo uma atividade emergência.

b) Manutenção Preventiva

Consiste em substituir ou recuperar elementos cuja vida útil, pré-conhecida com base em dados estatísticos, esteja próxima do final. Constituído uma atividade programada

c) Manutenção Preditiva

Consiste em monitorar constantemente o objeto, de modo a detectar, antecipadamente, falhas inesperadas e intervir antes do prejuízo do desempenho. Entendido como uma atividade rotineira.

d) Manutenção Detectiva

Consiste em apurar as causas das falhas ocorridas e intervir (no agente causador) para que não reincidam. Entendido como uma atividade investigativa.

O sistema de cobertura assim como os outros sistemas de uma edificação, estão sujeitos a sofrer com problemas patológicos, que possam surgir durante sua vida útil, comprometendo assim o nível de desempenho estabelecido. Então, estes devem, se manter intactos, a fim de impedirem que seus elementos sejam degradados pelas constantes exposições as diversas intempéries.

A NBR 5476 (2012, p. 13) em seu anexo 1, sugere o período no qual devam ser realizadas inspeções ou verificações nas edificações, a exemplo dos sistemas de impermeabilização, estrutural e de revestimentos é recomendável que seja verificado sua integridade e reconstituída se necessário, a cada 1 ano.

Segundo Souza e Riper (1998, p. 27) a manutenção periódica pode evitar problemas patológicos sérios e, em alguns casos, a própria ruína da obra, como a limpeza e a impermeabilização das lajes de cobertura, marquises, piscinas elevadas e "playgrounds", que, se não forem executadas, possibilitarão a infiltração prolongada de águas de chuva e o entupimento de drenos, fatores que, além de implicarem a deterioração da estrutura, podem levá-la à ruína por excesso de carga (acumulação de água).

2.6.1 Patologias em estruturas de madeiras em coberturas

Segundo Frazão (2015, p. 30) a cobertura por está em constante exposição as adversas condições climáticas, tem como propósito principal se manter estanque, e quando a estrutura é em madeira, isto torna-se um requisito básico para o bom desempenho de suas funcionalidades; devido a madeira ser higroscópico, suas dimensões e seu teor de umidade são altamente influenciáveis pela umidade do meio, o que pode acarretar inchamento e retração nas peças.

Conforme Pfeil e Pfeil (2003) as peças de madeira utilizadas em construções apresentam uma série de defeitos que prejudicam a resistência e a durabilidade, que podem provir da constituição do tronco ou do processo de reparação das peças. Os quais são:

Nós: imperfeição da madeira nos pontos dos troncos onde existiam galhos;

Fendas: aberturas nas extremidades das peças, produzidas pela secagem mais rápida da superfície;

Gretas ou ventas: separação entre os anéis anuais, provocada por tensões internas devidas ao crescimento lateral da árvore, ou por ações externas, como flexão devido ao vento.

Abaulamento: encurvamento na direção da largura da peça;

Arqueadura: encurvamento na direção longitudinal, isto é do comprimento da peça;

Fibras reversas: fibras não paralelas ao eixo da peça, que podem ser provocadas por causas naturais ou por secagem;

Esmoenda ou quina morte: canto arredondado, formado pela curvatura natural do tronco; quina morta significa elevada proporção de madeira branca (alburno); (PFEIL E PFEIL, 2003, p. 6)

As madeiras estão sujeitas a degradação por diversas origens de acordo com Pfeil e Pfeil (2003, p. 7), as causas de deterioração da madeira que se destacam são: o ataque biológico e a ação do fogo; segundo o autor a vulnerabilidade ao ataque biológico depende da camada do tronco de onde foi extraída a madeira, da espécie e das condições ambientais; a ação do fogo quando se trata de estruturas de madeira estão mais solicitadas a essa ação as peças esbeltas, as peças robustas quando adequadamente projetadas e construídas, apresentam um ótimo desempenho sob ação do fogo, pois se oxidam lentamente devido à baixa condutividade.

Ainda conforme Pfeil e Pfeil (2003, p. 6) para prevenir que com o decorrer do tempo surjam patologias na madeira devido ao ataque biológico e a ação do fogo é essencial ter cuidados na escolha da espécie da madeira, aplicar um tratamento químico adequado, com preservativos químicos e retardadores de fogo, além da adoção de detalhes construtivos que favoreçam as condições ambientais; estes cuidados resultaram em madeiras de grande durabilidade.

2.6.2 Patologias em elementos de concreto em coberturas

O concreto desempenha boas condições e, altas resistências a compressão, variando seus valores conforme o seu tipo, porém, ao longo do tempo este poderá apresentar desgastes. Como afirmado por Souza e Riper (1998, p. 17), o concreto como material de construção, é instável ao longo do tempo, alterando suas propriedades físicas e químicas em função das características de seus componentes e, das respostas destes às condicionantes do meio ambiente. E divide o estudo das patologias de estruturas em dois grupos: os simples e os complexos, a saber:

Os problemas patológicos simples são os que admitem padronização, podendo ser resolvidos sem que o profissional responsável tenha obrigatoriamente conhecimentos altamente especializados. Já os problemas patológicos complexos não convivem com mecanismos de inspeção convencionais e esquemas rotineiros de manutenção, obrigando a uma análise pormenorizada e individualizada do problema, sendo então necessários profundos conhecimentos de Patologia das Estruturas. (SOUZA, 1998, p. 14).

Granato (2002, p. 5) afirma que são inúmeros os fatores que influenciam para a degradação das estruturas de concreto armado, entre eles, variações de temperatura, reações químicas, vibrações, erosão, e o que classifica como sendo o mais sério, o fenômeno da corrosão das armaduras; o autor ainda diz, que os sintomas da corrosão e suas causas ainda não são habitualmente conhecidos e, para isso é necessário, adoção de métodos e procedimentos de correção bem definidos, de modo que as intervenções sejam eficazes.

Analisando os agentes agressores do concreto apresentados por Souza e Riper (1998) e relacionando com a realidade de coberturas de concreto e seus diversos elementos pode-se apresentar que os principais agentes agressores nas estruturas de concreto da cobertura são: variações de temperatura; insolação, ou incidência

direta do sol; ação da água em suas diversas formas desde a umidade, a água da chuva ou gelo; ar e gases; falhas humanas durante a construção e a utilização.

Ainda conforme Souza e Riper (1998, p. 48) os proprietários e utilizadores, na grande maioria dos casos, não têm a menor consciência dos danos que estão causando às construções e, por considerarem que as intervenções a fazer são banais, dispensam, quase sempre, a consulta a técnicos especializados.

De acordo com Miotto (2010) as estruturas em concreto armado não podem ser consideradas eternas, por isso devem ser inspecionadas para que as anomalias sejam diagnosticadas e corrigidas a tempo e de forma adequada, complementa que os fatores que ocasionam a corrosão da armadura estão integrados às características do concreto, ao meio ambiente e à disposição das armaduras nos componentes estruturais afetados.

O autor Miotto (2010, p. 21) ainda afirma que danos causados pela corrosão de armadura geralmente são manifestados por fissuras no concreto paralelas à direção da armadura, delimitando e ou desprendendo o recobrimento.

Geralmente as patologias comumente encontradas em telhados são: calhas mal dimensionadas, ou falta de limpeza, manutenção; coletores verticais entupidos ou mal dimensionados; em telhados com estrutura de madeira: a ação de pragas biológicas, a exemplo do cupim; telhas quebradas; inclinação das telhas inferior a mínima estabelecida pelo fabricante; desgaste das peças complementares: tais como: cumeeiras, rufos; falta de pingadeiras nas platibandas.

2.6.3. Fissuras, trincas e rachaduras

Segundo Oliveira (2012, p. 9), fissuras, trincas e rachaduras são manifestações patológicas das edificações observadas em alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos entre outros elementos, geralmente causadas por tensões dos materiais.

A norma NBR 9575 (2003, p. 3) define os termos fissuras, microfissura e trinca, de acordo com sua espessura:

Microfissura: abertura ocasionada por ruptura de um material ou componente, inferior ou igual a 0,05mm.

Fissura: abertura ocasionada por ruptura de um material ou componente, inferior ou igual a 0,5mm.

Trinca: abertura ocasionada por ruptura de um material ou componente, superior a 0,5mm e inferior a 1,0mm. (NBR 9575:2003)

A nova norma em vigor a NBR 9575 (2010, p. 4) não classifica os termos por abertura, na nova atualização apresenta o termo como fissura no substrato e define como sendo uma abertura ocasionada por deformações ou deslocamentos do substrato, que pode ser classificada em estática, cíclica, finita ou infinita- e cuja amplitude é variável. E no item trinca a norma orienta voltar a definição de fissura no substrato.

Este trabalho tomará por base as definições da NBR 9575 versão 2003, e o trabalho de Lottermann (2014) devido apresentar uma linguagem de melhor compreensão.

Para Lottermann (2014, p. 29) fissuras e trincas, além da classificação dada pela espessura conforme a NBR 9575 (2003, p. 3), classifica que fissuras são geralmente estreitas, alongadas e superficiais; como por exemplo, fissuras na pintura, massa corrida, cimento queimado, ou seja não causam problemas estruturais; as trincas são aberturas mais profundas, nestas há separação entre as partes, por isso apresentam perigo, devido ter ocorrido a ruptura dos elementos, como exemplo, em uma parede estaria o elemento dividido em dois e neste caso podendo afetar a segurança dos usuários.

Ainda conforme análise de Lottermann (2014, p. 33) rachaduras são as aberturas com ordem acima de 5,0mm, pelas quais é possível passar através delas vento, água e luz; estas requerem atenção imediata, buscando o seu fechamento, porém antes deve-se buscar solucionar o problema que as ocasionaram.

2.6.4. Infiltrações, manchas e eflorescência

A NBR 9575 (2010, p. 5) define infiltração como a penetração indesejável de fluídos nas construções. E que conseqüentemente é uma patologia, que causa desconforto e compromete a segurança dos usuários. Segundo Lottermann (2014), a infiltração nas estruturas é causadora de desgaste no concreto armado.

Entre as patologias causadas pelas infiltrações nas edificações estão: mancha, mofo ou bolor e eflorescência. Shirakawa (1995, p. 40) define os termos como sendo:

Mancha: a água ao atravessar uma barreira fica aderente, resultando daí uma mancha.

Bolor ou mofo: é entendido como a colonização por diversas populações de fungos filamentosos sobre vários tipos de substrato, citando-se inclusive as

argamassas inorgânicas. O desenvolvimento de fungos em revestimentos internos ou de fachadas causa alteração estética de tetos e paredes, formando manchas escuras indesejáveis em tonalidades preta, marrom e verde, ou ocasionalmente, manchas claras esbranquiçadas ou amareladas
Eflorescência: *formações salinas nas superfícies das paredes, trazidas de seu interior pela umidade. Apresenta-se com aspecto esbranquiçado à superfície da pintura ou reboco;*

Soares (2014, p. 21) apresenta que os efeitos da infiltração são variados, entre eles pode ser observados duas maneiras:

Nas paredes: os efeitos são variados e ocorrem a partir do piso, sendo bolhas, manchas e eflorescências na pintura com posterior desagregação do revestimento (emboço, reboco e acabamento).

Nas paredes com revestimento cerâmico: há potencialização da capacidade de ascensão da umidade, pois a área de manifestação da umidade está restrita ou confinada pelos azulejos. Com isso, quando a umidade é muito severa, pode haver destacamento do revestimento cerâmico (SOARES, 2014, p.21).

2.7 Planejamento de obra e segurança do trabalho

O planejamento é uma etapa fundamental para o desenvolvimento de uma obra, tendo em vista que engloba orçamento, compras, gestão de pessoas, comunicações etc. É considerado uma ferramenta importante no acompanhamento dos serviços, sendo possível a realização de comparações do estágio da obra com a linha de base, além disso, é através do planejamento que podem ser evitados atrasos e, conseqüentemente maiores custos (MATTOS, 2010, p. 23).

Durante a elaboração do planejamento de obra, alguns dos aspectos importantes a considerar são os custos para a realização de treinamentos a respeito da saúde e segurança do trabalho, além disso, deve-se prevê a disponibilização de EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) para todos os funcionários (ARAÚJO; JÚNIOR, 2018, p. 25).

A segurança do trabalho é um conjunto de medidas com o objetivo de prevenir acidentes, utilizando ações técnicas e educacionais, de forma a possibilitar a prevenção e evitar ao máximo acidentes (SILVA; NASCIMENTO; BOTELHO, 2016, p. 33). O uso dos EPI's está diretamente relacionado com a segurança individual e coletiva, sendo obrigatória a sua utilização para proteção dos funcionários de qualquer atividade industrial, visando a minimização do número de acidentes. A NR-6 estabelece as obrigações tanto para o empregador quanto para o empregado a

respeito dos EPI's, além de listar os EPI's necessários para o tipo de exposição que o colaborador está submetido (SILVA; et al., 2018, p. 123).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em quatro etapas:

A primeira etapa constituiu de análise dos projetos: planta baixa nova cobertura, planta baixa da cobertura antiga, e plantas fachada frontal e lateral direita; estudo da especificação técnica, documento que norteou os procedimentos que deveriam ser realizados durante a execução. Esta documentação foi fornecida pelo engenheiro fiscal dos Correios do Espírito Santo, Sr. Guilherme Augusto Strutz Ramos.

Na segunda etapa, foi realizada uma vistoria no telhado do prédio, o qual é a sede dos correios do estado do Espírito Santo, para registro das manifestações patológicas existentes. O registro fotográfico das patologias foi realizado nos dias 15, 16 e 17 de abril de 2021.

Para o registro fotográfico foi utilizado um celular da marca Samsung modelo A0, registrando a data, o horário e o local da imagem através do aplicativo Timestamp Câmera Free.

A vistoria foi importante para o planejamento das equipes e serviços necessários para execução das atividades.

A terceira etapa foi o planejamento da obra, onde foi realizado o levantamento de quantitativo de materiais e cotação. Nesta etapa, foram determinadas as equipes necessárias para realização do trabalho. Neste processo, também foi realizado a parte de segurança e a idealização do layout do canteiro de obras.

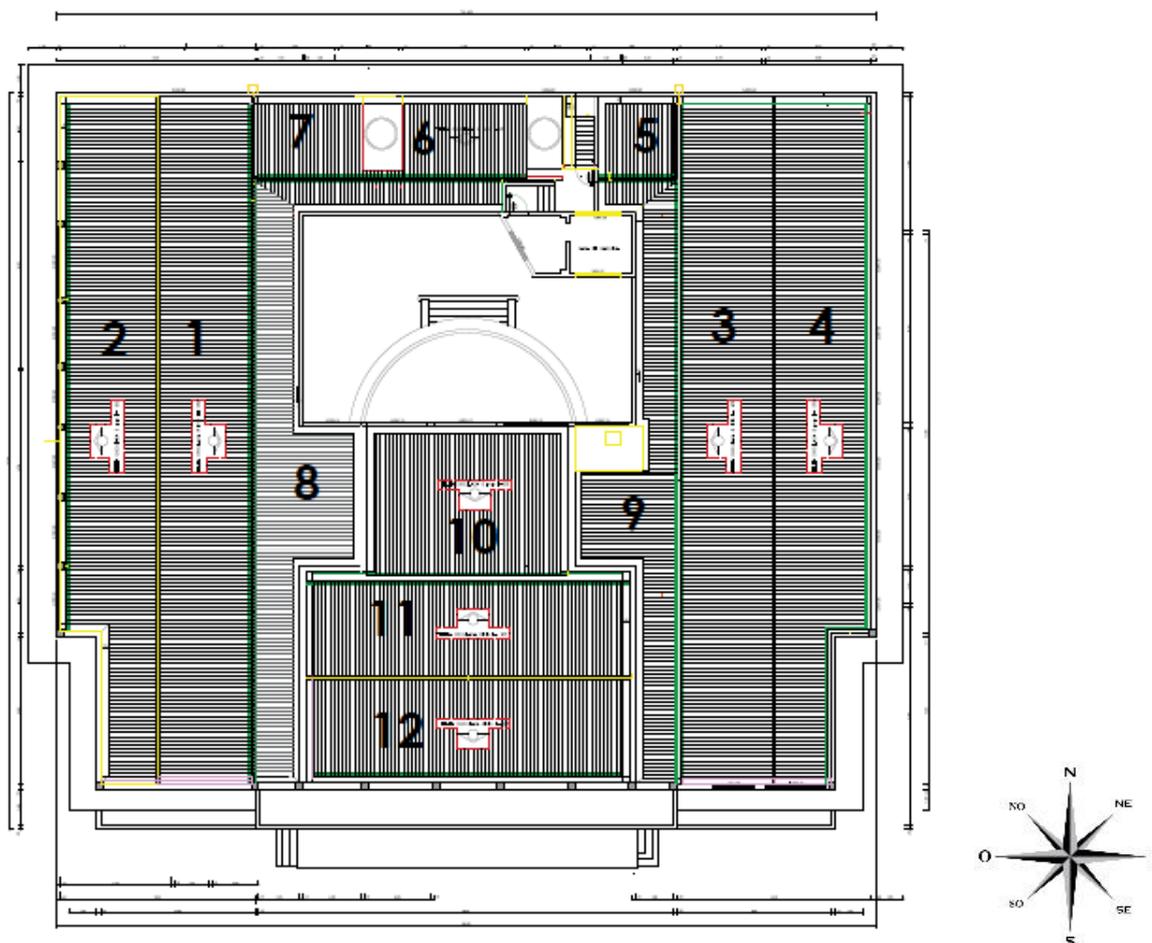
Na quarta etapa foi desempenhado o acompanhamento da execução da obra, realizado no período de 24 de maio até a 06 de setembro de 2021. Paralelamente ao acompanhamento foi feita uma revisão bibliográfica, sobre os componentes de telhados, tipos de materiais e patologias.

3.1 Objeto de estudo

O prédio dos correios sede do Espírito Santo, fica localizado na Avenida Jerônimo Monteiro, nº 310, no centro da cidade de Vitória- ES. A edificação é constituída de três pavimentos, os dois primeiros pavimentos têm idade estimada de 100 anos, e o terceiro pavimento e a cobertura construídos posteriormente a cerca de 50 anos.

O telhado do edifício é composto por uma laje, que tem por cobertura uma estrutura de madeira e telhas de fibrocimento. O telhado anteriormente existente contava com um layout de 12 águas, ou seja, 12 planos inclinados, como pode ser observado na Figura 28, possuindo calhas com dimensões que não atendiam a vazão das águas pluviais.

Figura 28 – Layout do telhado antes da reforma



Fonte: Arquivo Correios-ES

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O acompanhamento da reforma do telhado para o presente trabalho foi realizado no período de 24 de maio de 2021 a 06 de setembro de 2021, nas fases de alvenaria e concretagem.

Após o estudo das plantas da edificação, da identificação das patologias e a percepção da falta de manutenções corretas, a equipe de engenharia dos correios chegou à conclusão que para solucionar o problema, deveria ser feito uma reforma ampla, ou seja, abrangendo todo telhado e revisto o projeto existente. Importante salientar, que o presente estudo não participou das decisões quanto a mudança de estruturação do telhado e soluções estabelecidas, exceto na decisão do aditivo quando foi revisado o projeto.

A sede dos correios passou ao longo do tempo por manutenções corretivas. No entanto, não foram encontrados documentos que atestassem quais manutenções foram realizadas e o ano de sua ocorrência.

4.1 Descrição das patologias e soluções encontradas

O madeiramento encontrava-se em boas condições, no entanto, a troca foi realizada devido a mudança do novo layout do telhado.

As patologias encontradas no telhado foram: desgastes das estruturas de concreto (rufos e calhas), telhas quebradas, infiltração e transbordamento das águas pluviais pelas calhas.

4.1.1 Deterioração do concreto armado nos rufos

Nos rufos do telhado foi perceptível o desgaste do concreto armado, em diversas partes das estruturas, a armação exposta, como pode ser observado na Figura 29.

Conforme Granato (2002, p. 37), os fatores como recobrimentos das armaduras com valores abaixo do recomendado em norma, concretos com alta relação água/cimento, ausência ou deficiência de cura, segregação do concreto,

propiciam fissuras no concreto por retração, elevando a porosidade e diminuindo a resistência.

Figura 29 – Condições dos rufos. a) rufo divisa água 8 e água 10, conforme figura 37, b) rufo à oeste da água 5 (figura 28), c) rufo norte água 5 (figura 28), d) final dos rufos das águas 7 e 1 à norte (figura 28), e) rufo localizado à norte da água 3 (figura 28) e f) rufo localizado à norte da água 8 (figura 28).



a)



b)



c)





Fonte: Autoria própria (2021)

Manifestação: observou-se em todas as imagens a degradação do concreto e, conseqüentemente, a exposição da armadura que causou a corrosão. As Figuras 29-c e 29-d proporcionaram uma visualização melhor da exposição da armadura; nas Figuras 29-e e 29-f foi perceptível o descolamento do rufo da parede.

Causas Prováveis: má execução, possivelmente houve má adensamento, cura do concreto de forma incorreta, e/ou uso de materiais de baixa qualidade; desgaste

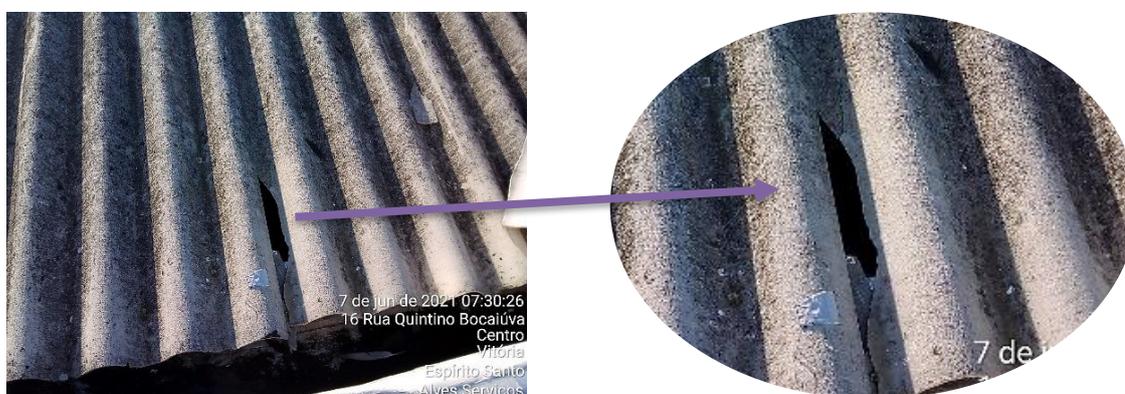
natural da estrutura devido exposição as intempéries, visto que sua execução foi realizada há cerca de 50 anos aproximadamente, conforme descrito na especificação técnica dos correios. Os rufos eram utilizados como acesso ao telhado quando era necessário fazer manutenções, dessa forma, ao receber uma carga para a qual este não foi dimensionado, acarretou o comprometimento da estrutura; outro fator que pode ser apontado é a névoa salina, pois, o prédio fica localizado a cerca de 500m do mar.

Solução: a solução encontrada pelo engenheiro projetista foi a demolição dos antigos rufos e, posteriormente execução de um novo; decisão justificada, pelo fato que além do estado avançado de deterioração, haveria também a necessidade de novos rufos devido a mudança no layout do telhado.

4.1.2 Telhas de fibrocimento

As telhas antes utilizadas eram de fibrocimento onduladas e, por serem antigas, ainda continham em sua composição amianto, muitas estavam quebradas, e outras aparentemente frágeis, como exposto na Figura 30. Foi observado telhas quebradas e algumas faltando na Figura 31. O desgaste ao longo do tempo devido a exposição as intempéries (vento, sol, chuva) e sem a manutenção adequada, fizeram com que elas fossem se desgastando e apresentando coloração escura, uma vez que a NBR 5674 (2012, P. 20) sugere que seja feita a manutenção da cobertura uma vez ao ano, verificando a integridade dos componentes, vedações fixações e reconstituir o que for necessário

Figura 30 – Telha quebrada, localizada na água 3



Fonte: Autoria própria (2021)

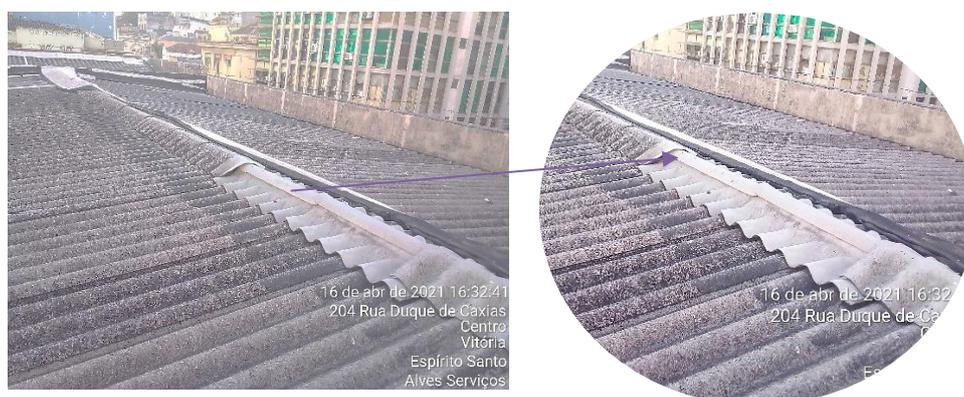
Manifestação: o desgaste do material e telha quebrada;

Causas prováveis: provavelmente houve um desgaste natural da telha devido a exposição as intempéries e/ou falta de manutenção adequada;

Solução: a solução encontrada foi a troca de todas as telhas e seus complementos, decisão fundamentada no fato do grau de desgaste que as telhas existentes apresentavam, e, portanto, não poderiam ser reaproveitadas, além que houve mudança no layout do telhado, diminuiu a quantidade de águas, a fim de simplificar o layout do telhado e, aumentou as dimensões das calhas objetivando conseguir uma drenagem eficaz.

Na Figura 31, foi possível identificar a falta da cumeeira entre as águas A1 e A2. A cumeeira era do material de fibrocimento.

Figura 31 – Telhas faltando na cumeeira das águas



Fonte: Autoria própria (2021)

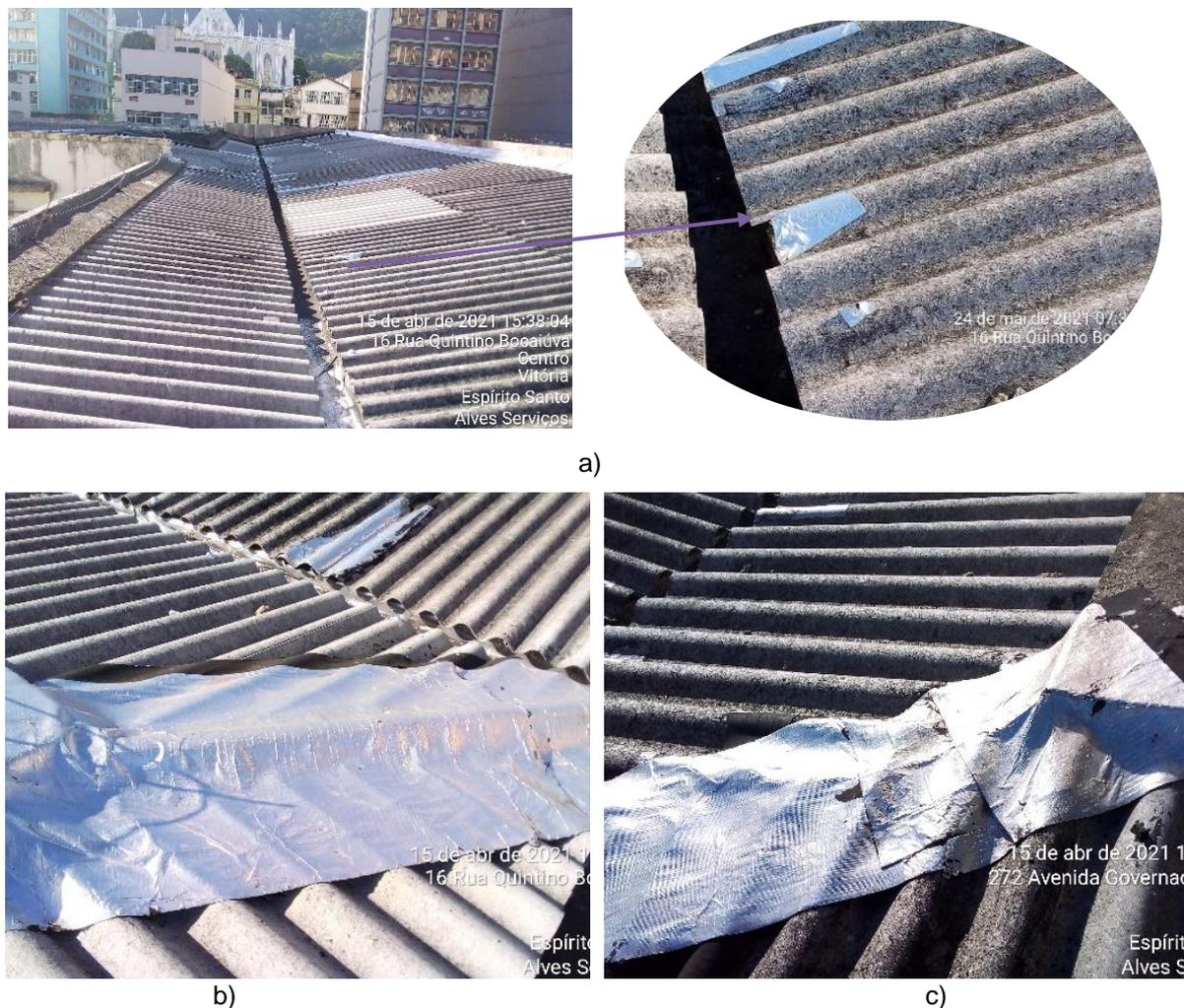
Manifestação: possivelmente a peça da cumeeira desse trecho, representado na Figura 31, foi retirada devido ao grau de desgaste; conseqüentemente a falta dessa peça deve ter influenciado na penetração da água pluvial para a laje.

Causas prováveis: provavelmente houve um desgaste natural na peça complementar da cumeeira;

Solução: a solução encontrada foi a troca de todas as telhas e seus complementos.

Nas telhas, também foi identificado a utilização de manta asfáltica aluminizada, como pode ser observado na Figura 32, para minimizar o problema de infiltração.

Figura 32 - Aplicação de manta asfáltica aluminizada em telhas. a) reparos com manta nas telhas das águas A1; A8 (Figura 28), b) encontro da água 8 (Figura 28) e c) Encontro da água 9 (Figura 28).



Fonte: Autoria própria (2021)

Manifestação: observando a Figura 32-a podemos citar duas manifestações: o desgaste das telhas que gerou as goteiras; a falha na solução inicialmente encontrada, para reparar essa patologia utilizando a manta asfáltica aluminizada.

Causas prováveis: uma possível causa foi a má execução, como perceptível ao analisar as Figuras 32-b e 32-c a manta não foi perfeitamente fixada na telha, percebe-se uma abertura entre a manta e as concavidades destas.

Solução: a solução encontrada foi a troca de todas as telhas e seus complementos, bem como a mudança do tipo de telha e o layout da estrutura do telhado.

Na Figura 33 observou o descolamento de manta asfáltica na cumeeira entre as águas 3 e 4.

Figura 33 - Manta asfáltica colocada para minimizar infiltração na cumeeira das águas 3 e 4



Fonte: Autoria própria (2021)

Manifestação: a manta de impermeabilização asfáltica descolada da cumeeira; conseqüentemente não solucionou o problema da infiltração pelas telhas;

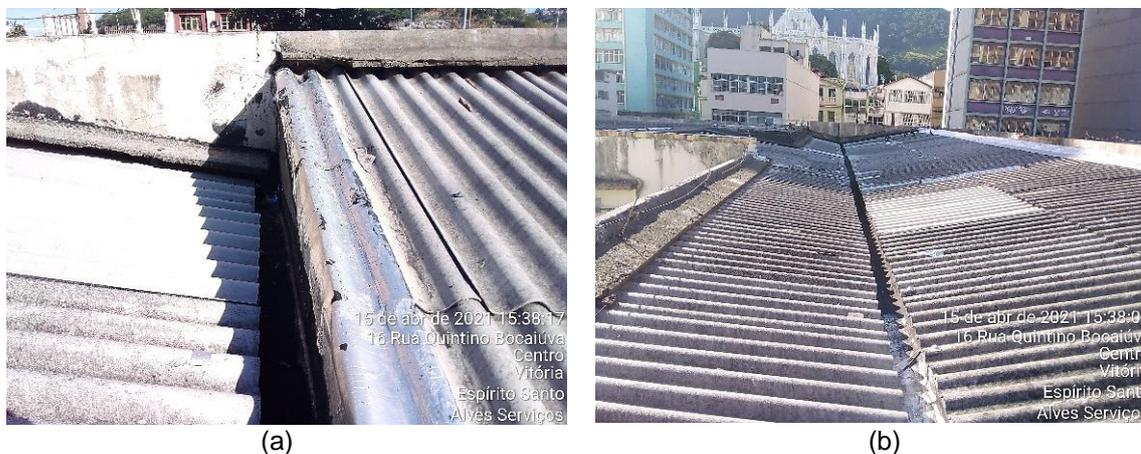
Causas prováveis: entre as prováveis causas, foram apontadas, a aplicação de forma incorreta da manta, provavelmente a manta aplicada não era própria para atender a finalidade que necessitava; ou o desgaste natural causou o descolamento desta.

Solução: como mencionado anteriormente, a solução encontrada foi realizar a troca de todas as telhas, fazendo um novo projeto.

4.1.3 Calhas

Como pode ser observado na Figura 34, visivelmente nota-se que as dimensões das calhas eram relativamente pequenas, ao comparar com a área de contribuição, ou seja, a área que conduz as águas pluviais; fato que indaga se houve cálculo para seu dimensionamento em projeto, dado que conforme a NBR 10844 (1989, p. 3) para o cálculo das dimensões das calhas deve-se levar em consideração a vazão de projeto, a qual considera a área de contribuição e a intensidade pluviométrica.

Figura 34 - Vista de um trecho das calhas do edifício sede. a) final da calha de encontro das águas 1 e 8 à norte e b) calha de encontro das águas 1 e 8 à norte (figura 28).



Fonte: Autoria própria (2021)

Manifestação: ao observar as dimensões das calhas, visivelmente notou-se que suas dimensões eram pequenas diante da área de coleta da água, possuíam 25cm de largura e 11cm de altura. Estas dimensões não eram suficientes para transportar a água até a tubulação de drenagem. Nos dias em que os índices pluviométricos eram mais elevados e, portanto, a vazão era maior, a água transbordava nas calhas, por conseguinte infiltrava na laje.

Causas prováveis: provavelmente erro de projeto ou de execução;

Solução: a solução encontrada foi a modificação do layout do telhado, diminuindo a quantidade de águas e, projetando novas calhas com dimensões maiores. Servindo também de meio de acesso ao telhado para futuras manutenções.

4.1.4 Platibandas

Nas platibandas foram encontradas muitas trincas, como pode ser observado na Figura 35.

Figura 35 – Trincas nas platibandas. a) platibanda interna (lado do pátio) água 8 (figura 28) e b) trincas no topo da platibanda da água 12 (figura 28)



Fonte: Autoria própria (2021)

Manifestação patológica: supostamente a trinca representada na Figura 35-a, a qual possuía uma espessura de 3mm, surgiu devido a exposição da alvenaria a uma carga superior a sua capacidade de resistência para a qual foi projetada. As trincas indicadas na Figura 35-b, possuíam espessura de 1mm.

Possíveis causas: no que se trata da trinca indicada na Figura 35-a, possivelmente o que acarretou foi a carga causada pelos rufos, localizados na sua face interna; além do peso próprio dos rufos, supostamente houve uma sobrecarga pela movimentação de pessoas para possíveis manutenções. Na Figura 35-b foram retratadas as fissuras no reboco, provavelmente ocasionadas pelo desgaste natural do revestimento (reboco), que pode ter sido intensificada, pela falta de pintura e/ou manutenção desta, bem como a falta do chapim ou pingadeira, no topo para proteger da chuva.

Solução: para solucionar o problema da trinca, apresentada na Figura 35-a, foi realizada a demolição do topo da platibanda até a trinca, bem como dos rufos; em

seguida reconstituída a alvenaria, e acrescentando mais duas fiadas de tijolos a esta; os rufos que existiam no antigo layout do telhado, no novo projeto foram descartados. Para as fissuras representadas na Figura 35-b, a solução foi uma recuperação com argamassa e, posteriormente a colocação de pingadeira, instalada com uma inclinação de 1%.

No telhado após analisadas as patologias existentes é possível concluir, tomando como base a literatura de Souza (1998), que as principais causas do desgaste das estruturas possivelmente são: variações de temperatura; insolação ou incidência direta do sol que pode alterar a textura e cor; a ação da água, nas suas diversas formas desde umidade, geradora das mais diversas patologias, a chuva; as águas pluviais são consideradas puras e tende a agredir o concreto, tornando mais poroso e diminuindo sua resistência;

Ainda pode citar: o ar e os gases gerados pela poluição nos grandes centros que causam apodrecimento e descoloração dos elementos das edificações diretamente expostos a estes; falhas humanas durante a fase de projeto, seja por má avaliação de cargas, detalhamento errado ou insuficiente, inadequação ao ambiente; falhas humanas durante a fase de execução: utilização incorreta de materiais, não seguimento das especificações de projeto, mão de obra precária; falhas humanas durante a fase de utilização como exemplo, alterações estruturais, sobrecargas exageradas.

4.1.4 Descascamento da pintura

Um fator crítico e preocupante no edifício sede dos correios era a infiltração da laje, causada devido ao transbordamento das águas pluviais pelas calhas, pela água que penetra, pelas telhas quebradas e pelos rufos, gerando incômodos aos usuários do terceiro pavimento, e tornando o ambiente insalubre, portanto, comprometendo a saúde e segurança destes. E causando, como pode ser observado na Figura36, o descascamento da pintura, além de manchas de umidade no terceiro pavimento.

Figura 36 – Descascamento da pintura no terceiro pavimento. (a) parede interna do terceiro pavimento (b) parede da escada de acesso a cobertura, sua face externa compõe a fachada dos fundos.



(a)

(b)

Fonte: Autoria própria (2021)

Manifestação patológica: Descolamento com empolamento;

Prováveis causas: uma possível causa é que o descolamento da pintura tenha sido influenciado pela infiltração da água da laje e/ou pelas paredes devido o desgaste dos rufos. Na parede representada na Figura 36-b, também pode ter sido ocasionado pela umidade, causada pelo fato de sua face externa ser na fachada dos fundos e, por conseguinte também está exposta as chuvas.

Solução: não foi determinada pela equipe de engenharia dos correios a solução para este problema, uma vez, que não está no projeto e nem na planilha orçamentária os serviços de recuperação de revestimentos do prédio. Porém, a solução seria refazer a recuperação do revestimento com massa acrílica e posteriormente pintura.

Foi previsto em projeto, a troca das portas de acesso ao telhado e a porta da casa do motor do elevador de cargas, o qual está desativado, as quais estavam totalmente desgastadas, apresentando ferrugem, o que possivelmente foi causado pela névoa salina, uma vez que o prédio está a poucos metros do mar.

4.2 Fase de projeto

Diante do cenário das patologias, que havia no telhado do edifício sede dos correios, conforme apresentado, foi decidido planejar uma reforma para este. Com um novo layout, diminuindo a quantidade de águas, aumentando as dimensões das

calhas e tornando-as como meio de acesso, para manutenções. Permitindo assim, que pessoas caminhassem pelas calhas e não mais pelos rufos como outrora.

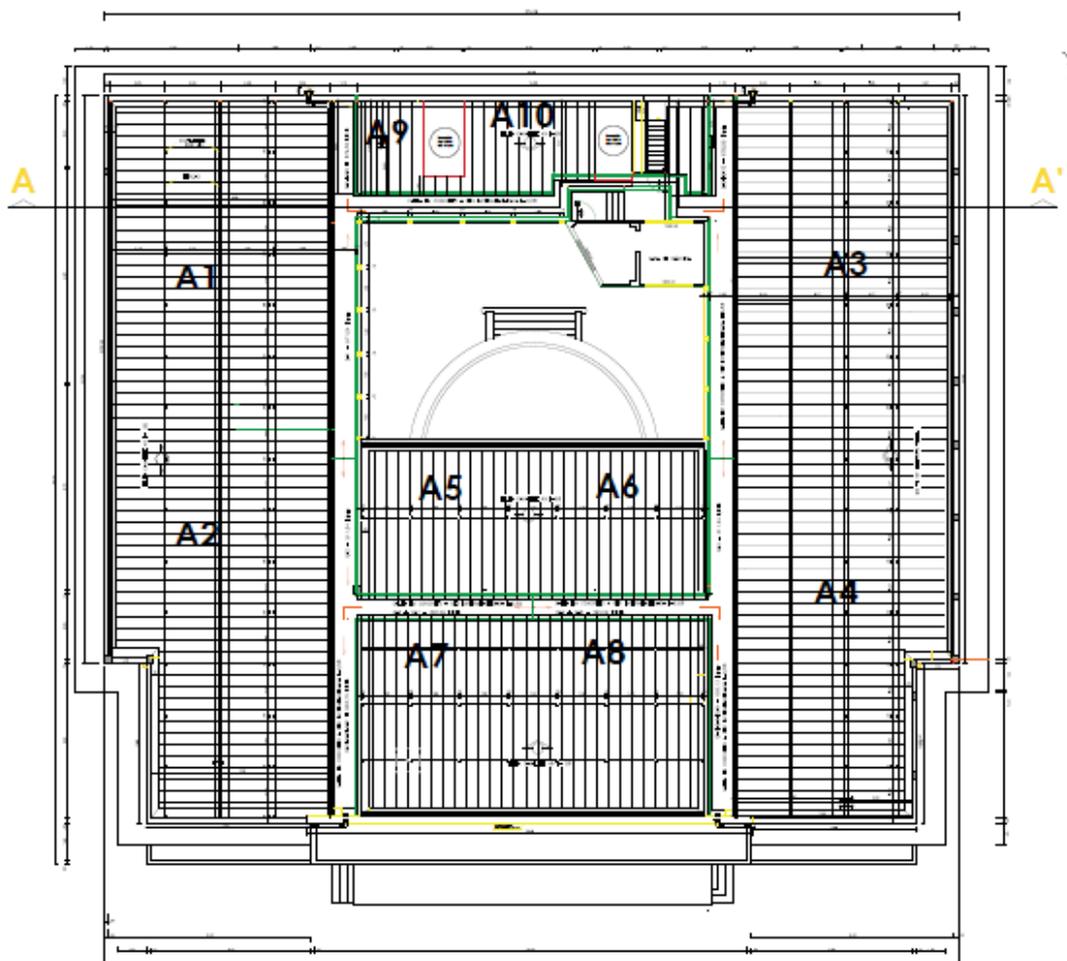
No novo layout, a estrutura em madeira foi trocada, mesmo apresentando boas condições; houve uma diminuição no número de águas, passando de 12(doze) para 10 (dez) águas, as quais foram nomeadas de A1 a A10, essa nomenclatura segue a queda de água das calhas.

A água coletada por cada área de contribuição, ao chegar nas calhas são direcionadas metade para uma saída e o restante para a outra. Portanto, as calhas passam a possuir uma largura de 1m de vão livre, e tem sua queda d'água, no meio como ponto mais alto e, zerando nas extremidades onde está localizada a tubulação de drenagem. No projeto todos os antigos rufos foram demolidos e construídos novos e foi especificado um novo tipo de telha.

As novas telhas, especificadas para o novo telhado, foram de fibrocimento, Canelete E-49, com 8 mm de espessura; comprimento variando de 2 m a 7,20 m; largura de 49cm e peso de aproximadamente 24 Kg por metro quadrado. Sendo compradas para a obra nos comprimentos de 2, 3; 3,6; 4; 4,5 e 5 metros, conforme necessidade de cada área. Este tipo de telha possui como vantagem maiores vãos livres.

Ao observar a Figura 37 e comparar com a Figura 28, é perceptível a mudança do layout das águas e as das calhas. As águas denominadas de A8 e A9, do antigo layout apresentado na Figura 28, foram anuladas e projetadas calhas em seu lugar.

Figura 37 – Novo layout do telhado edifício sede



Fonte: Arquivo Correios – ES

Portanto, após analisadas todas as necessidades de reparos e, confeccionado o projeto da reforma, foi encaminhado para o processo licitatório. A empresa ganhadora do processo, posteriormente, devido à quebra de contrato foi substituída pela empresa Alves e Serviços

4.3 Planejamento e segurança do trabalho

Durante o período de espera da liberação da ordem de serviço, o qual dependia do alvará da prefeitura, foi realizado o planejamento da obra. Primeiramente foi pensado na equipe que comporia o trabalho, essa foi idealizada com seis pessoas e assim foi acionado o SINE (Sistema Nacional de Emprego). A seleção aconteceu

através de entrevistas, para que fossem analisadas as competências comportamentais e técnicas.

Paralelamente ao processo de formação da equipe de trabalho, foi realizado o levantamento de quantitativo dos materiais para a composição de custos e acionamento dos fornecedores para a cotação, a qual foi realizada com no mínimo três fornecedores, com o objetivo de conseguir o menor valor.

Vale mencionar que devido à alta dos preços de alguns produtos, como por exemplo: as telhas de fibrocimento do tipo Canelete-E49; o granito cinza andorinhas; os materiais de impermeabilização: a manta asfáltica a quente e a pintura a base de resina epóxi, houve dificuldade na aquisição destes, uma vez que seus valores em mercado estavam superiores aos previstos em planilha. E o produto para a impermeabilização a base de resina epóxi foi difícil de ser adquirido.

As telhas canaleta –E49, foram obtidas em uma loja do comércio local de Vitória -ES, a intermédio do representante da Eternit, fábrica a qual produz as telhas especificadas, uma vez que não havia a quantidade necessária do material a pronta entrega, na loja e na fábrica, foram esperados 40 dias após a compra para a fabricação das telhas e posteriormente ocorreu a entrega.

Ao mesmo tempo que era pensada a equipe e o levantamento dos quantitativos, também foi analisado a organização do canteiro de obras. Foi determinado que a areia, a brita e os blocos de concreto estrutural, ficariam no pátio (térreo). Inicialmente foi idealizado que a central de argamassa juntamente com os materiais citados ficaria no pátio, posteriormente isto foi mudado, devido ter sido analisado que para subir a massa e/ou o concreto pelo guincho, equipamento o qual foi utilizado para o transporte vertical dos materiais, seria lento, e assim atrasaria a produção. Portanto, optou-se por fazer na laje de cobertura do prédio, sob a qual estava o telhado.

Os materiais blocos, areia e brita foram elevados diariamente, conforme a demanda. Os demais materiais como tábuas, malha de aço, eram transportados para a laje à medida que os fornecedores entregavam e foram armazenados na laje, nos locais que haviam sido destelhados. Na casa do motor, do antigo elevador, foram guardados: o cimento; as mantas de impermeabilização, graute e tintas.

Para a parte de segurança do trabalho, foi realizado a criação de algumas normas de conduta, sendo escrito para os colaboradores um documento chamado OSS (Ordem de serviço de segurança), no qual foi analisado todas as atividades, de acordo com cada função desempenhada na obra. Em seguida, foi analisado o risco ao qual cada colaborador estava exposto e quais medidas preventivas deveriam ser tomadas para diminuir o risco de acontecer um acidente de trabalho, ou amenizar os danos caso viesse a ocorrer. Visando o bem-estar de todos foram colocadas placas de segurança de advertência, conforme Figura 38.

Figura 38 – Placas segurança e advertência. a) Placas orientando o uso do cinto de segurança e a manter o ambiente de trabalho organizado, localizada na porta da casa do motor na cobertura. b) Placas orientando o não estacionamento próximo ao ambiente ao qual acontece o içamento de cargas e sinalizando o acontecimento da obra, localizadas no pátio. c) Placa sinalizando a obrigatoriedade do uso de EPI, localizada na porta da escada de acesso a cobertura.



a)



b)



c)

Dentre as preocupações com a segurança dos usuários, estavam ligados aos trabalhos em altura, portanto, foram disponibilizados para cada colaborador o cinto de segurança do tipo paraquedista e o talabarte de uma ponta (visto que este já atenderia a necessidade), colocados em pontos estratégicos cabos de aço para prender o cinto, visto que o telhado era sobre a laje e havia platibandas, não sendo necessário em todos os locais o uso do cinto.

Seguindo as orientações da NR-35 – Norma Regulamentadora – Trabalho em altura, toda a equipe realizou um treinamento para trabalho em altura, com base na referida norma, as orientações foram dadas por um instrutor de segurança de trabalho, o qual possui proficiência para realizar tal treinamento.

Visto que no telhado havia muitas pestes (barata, rato e pombos) tratava-se de um local onde havia uma exposição ao risco de contaminação e dessa forma era indispensável o uso luvas e máscaras. Assim foram disponibilizadas diariamente máscaras do tipo PFF 2 com filtro. As luvas foram distribuídas em três tipos: látex, vaqueta e pigmentada, conforme a necessidade de cada atividade e função.

Compondo o kit dos EPI's, foram disponibilizados, além das luvas, cinto e máscaras, óculos (escuro e transparente), capacetes, botinas com biqueira de PVC e protetores auriculares.

Os uniformes utilizados foram camisas de manga longa para proteger do sol e calças com fitas refletivas nas pernas, ambas com a identificação da empresa, seguindo as normatizações da NR-18, Norma Regulamentadora – Condições de Segurança e Saúde da Indústria da Construção Civil.

Durante a fase de planejamento, foram estudados os projetos e as especificações técnicas, realizadas visitas no local da obra, a fim de visualizar as frentes de serviços da equipe de trabalho, quais ferramentas seriam necessárias para realizar as atividades e, foi realizada uma reunião entre os responsáveis pela obra e o engenheiro projetista e fiscal, com o objetivo de sanar as dúvidas sobre o projeto.

Assim foi planejado por qual frente de serviço seria começado e, portanto, decidido iniciar as atividades pelo lado nomeado no antigo layout como águas 3, 4, 5 e 9 (Figura 28). Estes seriam destelhados, realizada a limpeza do local e montado o canteiro de obras. Os principais motivos para iniciar as atividades dessa forma foram

que após concluído, esta área corresponderia a cerca de 35% do telhado, e na platibanda a norte havia um rufo o qual estava descolado da parede.

E posteriormente após o destelhamento, limpeza e locação do canteiro de obra foi dado início a reforma.

4.4 Fase de execução

4.4.1 Início da execução da obra

Após toda fase de planejamento, houve a liberação da ordem de serviço, e no dia 24 de maio de 2021 foram iniciadas as atividades. Conforme planejado, foi iniciado o destelhamento das águas 3,4,5 e 9, porém ao destelhar, a equipe deparou-se com vigas invertidas na laje, como pode ser observado na Figura 39. Este fato não permitiu que o projeto fosse realizado conforme foi idealizado. Diante da situação encontrada foi acionado o engenheiro fiscal/projetista da obra.

Figura 39 – Destelhamento das águas A3 e A4 e percepção das vigas invertidas



Fonte: Autoria própria (2021)

Além do fato das calhas, notou-se que as platibandas a norte e a sul, correspondentes a frente e ao fundo do edifício sede, apresentavam desgaste na alvenaria provavelmente não havia sido aplicado revestimento argamassado em sua execução, e com o passar do tempo gerou o desgaste da alvenaria, como pode ser analisada na Figura 40. Portanto, não seria aconselhável colocar os rufos previstos em projeto, diretamente sobre elas, uma vez que os rufos eram em concreto armado

e o seu peso próprio poderia causar uma sobrecarga na parede, devido a condição de deterioração.

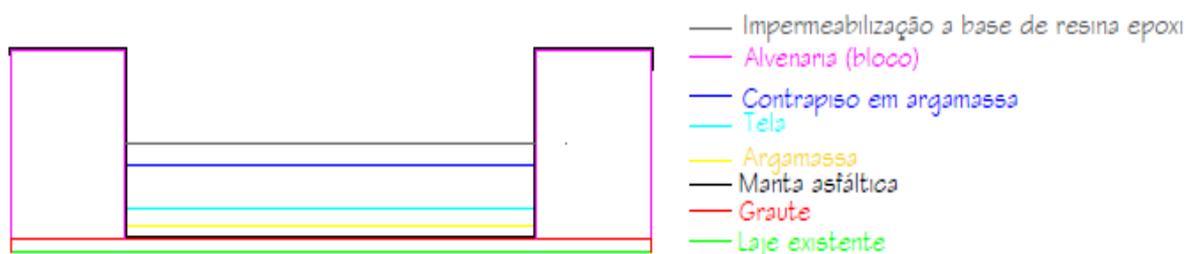
Figura 40 – Platibandas externas. a) platibanda norte - águas 3 e 4 (figura 28) e b) platibanda sul – águas 3 e 4 (figura 28).



Fonte: Autoria própria (2021)

As calhas inicialmente foram projetadas para serem executadas sobre a laje, seria realizada uma regularização da laje com uso de graute, e em seguida seria assentada uma fiada de blocos em cada lateral, proporcionado assim o formato da calha. Em seguida executaria a impermeabilização, aplicando a manta asfáltica a quente; e sobre esta uma camada de proteção mecânica, com argamassa de 2cm e uma tela de aço de 4,2mm CA-60, com abertura de 15X15cm; sendo finalizada com um contrapiso com argamassa possuindo 6cm de espessura; concluindo com uma impermeabilização em pintura a base de resina epóxi. Como pode observar na Figura 41.

Figura 41 – Projeto inicial das calhas



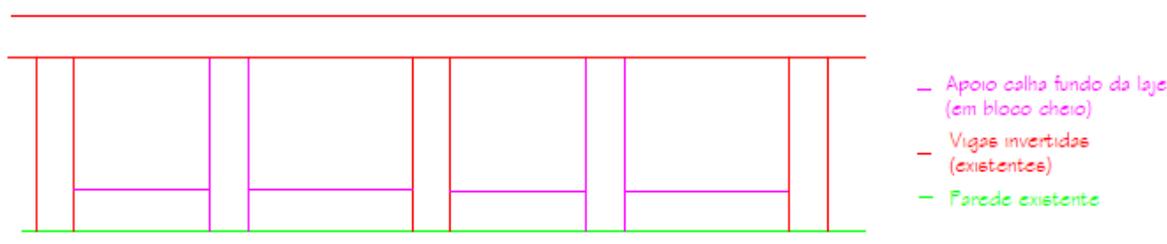
Fonte: Autoria própria (2021)

No entanto, ao encontrar a estrutura de vigas invertidas sobre a laje, após o destelhamento, foi necessário revisar o projeto.

4.4.2 Revisão de projeto

Diante da situação encontrada na laje após destelhado, foi indispensável uma revisão de projeto, após reuniões entre a empresa contratada e a equipe de engenharia dos correios foi acordado que seria executada uma laje e que esta seria o fundo da calha. Como apoio para a laje, entre as vigas invertidas, seriam construídos pilaretes a cada 1,5m, em bloco os quais seriam preenchidos com concreto. Como pode ser observado na Figura 42, uma representação de como ficou o apoio da laje do fundo da calha.

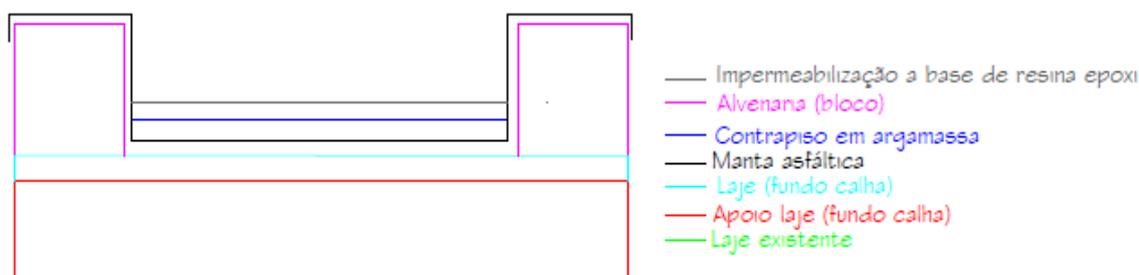
Figura 42 – Vista superior do apoio da laje da calha



Fonte: Autoria própria (2021)

Após concretada a laje do fundo da calha, foi realizado o fechamento dos lados das calhas com alvenaria de bloco, aplicada a manta asfáltica e executado o contrapiso. Por fim foi aplicado a impermeabilização a base de resina epóxi sobre o contrapiso. Na Figura 43 é possível perceber a estrutura da calha após a revisão de projeto.

Figura 43 – Projeto calha após revisão de projeto



Fonte: Autoria própria (2021)

Para as platibandas a norte e a sul, as quais compreendem a frente e os fundos do prédio, e para as paredes que cercavam a delimitação das águas A5/A6 e A7/A8, foi definido que seriam construídas paredes geminadas e os rufos seriam executados sobre estas.

Houve-se o cuidado de verificar se nas demais áreas do telhado o comportamento encontrado nas águas A3; A4; A5 e A8, se mantinha. Então foi retirada, de uma a duas telhas dos demais trechos do telhado, e confirmado o mesmo comportamento.

Foi realizado o levantamento dos quantitativos necessários para a execução da laje de fundo da calha, os apoios desta e as paredes geminadas, e formulado um orçamento, usando como fonte de composições a planilha do processo licitatório e, o banco de dados do SINAPI, para os itens os quais não havia na planilha orçamentária. Este foi apresentado ao engenheiro fiscal e ao chefe de seção de projetos dos correios. E assim solicitado um aditivo.

No período de espera do aditivo não foi liberado realizar a atividade de concretagem da calha, uma vez que a execução desta dependia do aditivo para os seguintes quantitativos: formas, concreto e uma malha de ferro; no processo de revisão foi decidido que usaria como ferragem uma malha dupla de ferro de aço CA-60 com abertura de 15X15cm; uma destas malhas era a prevista em planilha para a proteção mecânica da calha do projeto antes da revisão e, a segunda malha foi solicitada no aditivo.

As paredes germinadas das platibandas, assim como a laje dependia do aditivo, porém foi liberado a execução de uma parte da metragem, e as paredes de apoio para as calhas, por ter sido feito permuta do orçamento desses itens.

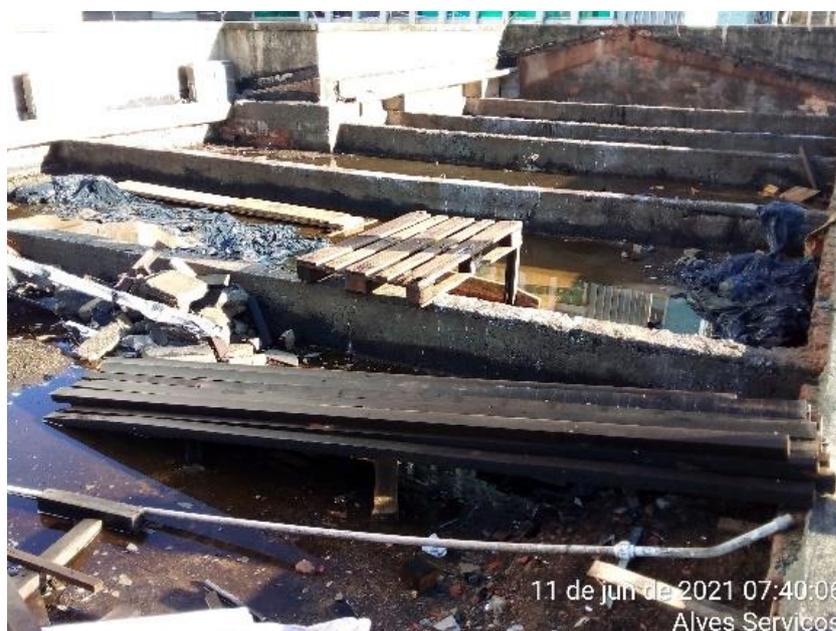
4.4.3. Execução da obra no período de espera do aditivo

Com o impedimento da execução das atividades de concretagem das calhas e parte das paredes geminadas, as frentes de serviços tornaram-se reduzidas, uma vez que a maior parte das atividades, tais como fechamento das laterais, impermeabilização e contrapiso das calhas, dependiam da conclusão da concretagem da laje para serem iniciadas.

Portanto, a limitação das frentes de serviços foi motivo de preocupação para a empresa contratada, uma vez que comprometeria a primeira medição e, o atraso na entrega da obra era um risco.

No período de espera da liberação do aditivo houve a incidência de chuva e a laje que estava exposta foi inundada, com algumas poças de água, como observado na Figura 44 e infiltrou para o terceiro andar, como indica a Figura 45. O que acarretou o impedimento de continuar com o destelhamento de outras áreas, para não deixar a laje exposta a intemperismo.

Figura 44 – Laje após as chuvas



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 45 – Sala do terceiro andar após as chuvas



Fonte: Autoria própria (2021)

As atividades que foram realizados durante a espera da liberação do aditivo, foram os serviços de alvenaria e aplicação da argamassa de revestimento (chapisco, emboço e reboco) nas alvenarias construídas e em partes da alvenaria existente. Ao mesmo tempo, foi executado os pilaretes para receber a terça e o madeiramento das águas A3 e A4, construídos os rufos nas áreas destelhadas, e os apoios da laje do fundo da calha.

Portanto, como pode ser observado na Figura 46, foi preparado o assentamento de blocos para os pilaretes que iriam receber a terça do telhado.

Antes de iniciar a atividade de execução dos pilaretes foi verificado o nível conforme observado na Figura 46-a.

Figura 46 - Pilaretes das águas A3 e A4. a) Verificando o nível e b) pilaretes da parede lateral a leste águas A3 e A4.



a)



b)

Fonte: Autoria própria (2021)

No local onde eram localizadas as águas A5 e A9, foram assentadas duas fiadas, ou seja, duas fileiras horizontais de blocos, os quais em seguida foram preenchidos com concreto; essa atividade teve por objetivo realizar o apoio para a laje da calha, como pode ser observado na Figura 47.

Figura 47 – Alvenaria de apoio a calha. a) Início calha à norte, antiga água A5, b) meio da calha ao lado da casa do motor, c) parte da calha lado maior da água A9 e d) final da calha, localizado no final da água A9.



a)



b)



c)



d)

Fonte: Autoria própria (2021)

Dando continuidade as frentes de serviços, como analisado na Figura 48, foi elevada a alvenaria das paredes de fechamento da lateral a leste e oeste, das novas águas nomeadas de águas A5 e A6, conforme novo layout apresentado na Figura 37.

Figura 48 – Assentamento de blocos. a) Parede lateral à leste – águas A5 e A6 e b) parede lateral à oeste – águas A5 e A6.



a)



b)

Fonte: Autoria própria (2021)

Foi executada a aplicação de argamassa de revestimento, nos locais onde necessitava de restauração em partes da alvenaria existente, e nas alvenarias levantadas, como pode ser analisado na Figura 49.

Figura 49 – Aplicação do reboco. a) Restauração do reboco platibandas norte e sul – águas A3 e A4, b) aplicação do reboco da casa (escada), c) reboco da alvenaria de fechamento das águas A5 e A6, d) reboco da parede da casa do motor e e) reboco após demolição do rufo da água A5.



a)



b)



c)



d)

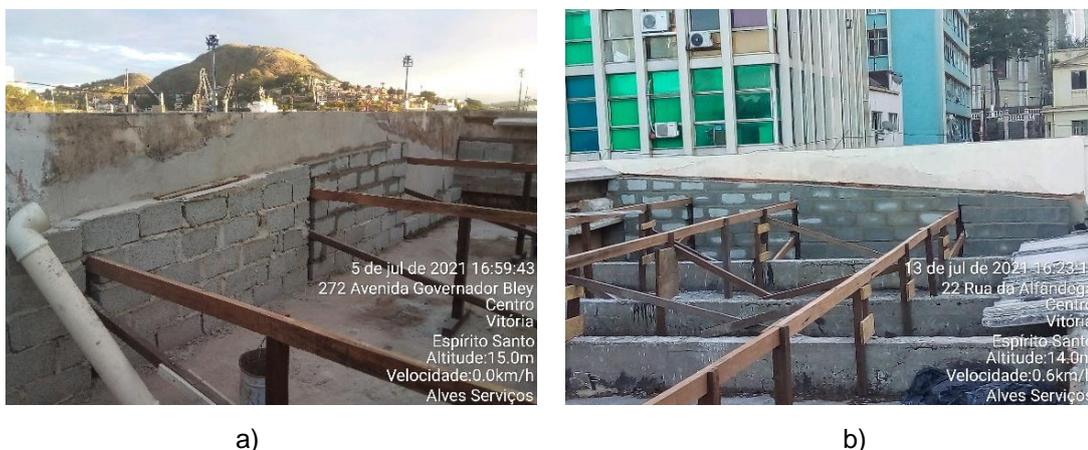


e)

Fonte: Autoria própria (2021)

Continuando o assentamento de blocos foram construídas as paredes geminadas, como exposto na Figura 50, nas extremidades a norte e a sul, da área denominada de águas A3 e A4

Figura 50 – Paredes geminadas extremidades das águas A3 e A4. a) Parede geminada à norte e b) parede geminada à sul.



Fonte: Autoria própria (2021)

Em paralelo ao assentamento de blocos e aplicação de argamassa de revestimento, foi realizado o madeiramento das áreas A3 e A4, a estrutura é composta por pontaletes e terças, conforme especificado em projeto. A cada três metros foi construída uma espécie de treliça para reforçar a estrutura dos pontaletes, como objetivo de proporcionar uma amarração ou trava, como pode ser observado na Figura 51.

Ao executar o madeiramento foi verificado o nível, e assim conferidas as medidas da altura dos pontaletes, considerando a inclinação indicada da telha que é de 9%.

Figura 51 – Estrutura de reforço para os pontaletes



Fonte: Autoria própria (2021)

À medida que iam sendo colocados os pontaletes foram colocadas as terças, como analisado na figura 52, e assim foi aguardado para receber as telhas.

Figura 52 – Estrutura de madeira



Fonte: Autoria própria (2021)

Concluídas as paredes geminadas e o madeiramento, foi dado início a execução dos rufos os quais foram moldados in loco, em concreto armado, possuindo como dimensões 30cm de largura e 5cm de altura, e comprimento de acordo com o da parede. A princípio foi realizado um rasgo na alvenaria, pode ser verificado na Figura 53, com o objetivo de fixar, ou como comumente chamado, chumbar.

Figura 53 – Rasgo na alvenaria. a) Risco em alvenaria para rasgo e b) rasgo executado.



a)



b)

Fonte: Autoria própria (2021)

Para executar o rasgo foi verificado o nível, riscado o rasgo com o auxílio de réguas metálicas, e em seguida feito o corte, possuindo dimensões de 5cm de largura e cerca de 5cm de profundidade.

Seguidamente foram colocadas as formas e a armação, e depois concretado, como pode ser acompanhado pela Figura 54.

Figura 54 – Formas e armação dos rufos. a) Preparação das formas para os rufos, b) colocação da armação e c) concretagem dos rufos.



a)



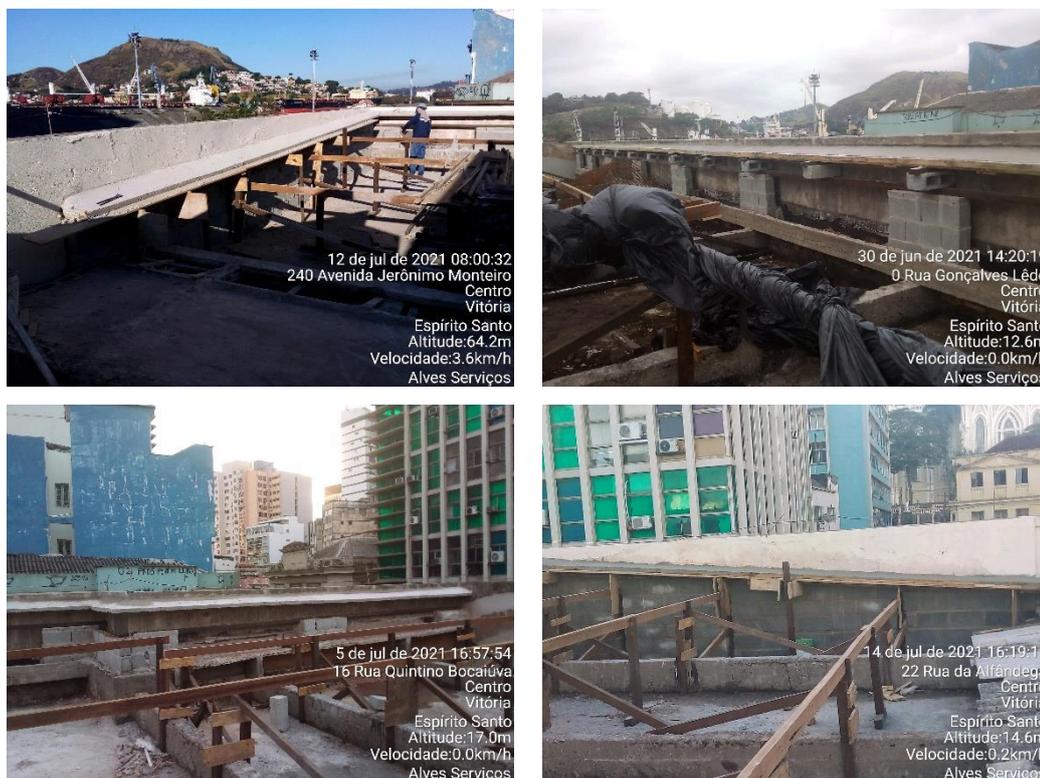
b)

c)

Fonte: Autoria própria (2021)

Após concluída a concretagem foi esperado a cura do concreto, e após três dias foram desenformados. Ao observar a Figura 55, é perceptível o resultado dos rufos das águas A3 e A4.

Figura 55 – Rufos das águas A3 e A4



Fonte: Autoria própria (2021)

Concluídos os rufos, foi dado continuidade as atividades com a restauração das platibandas internas da água A8; a área era destelhada pela manhã, para possibilitar o acesso das atividades, e ao final do dia eram recolocadas novamente. Devido ao risco de chuvas e diante do problema de infiltração da laje, sendo este procedimento apresentado na Figura 56.

Figura 56 – Destelhamento da área A8



Fonte: Autoria própria (2021)

Foram demolidos os antigos rufos, os quais estavam totalmente comprometidos, como pode ser observado na Figura 57.

Figura 57 – Demolição dos rufos da área A8



Fonte: Autoria própria (2021)

Em seguida, foram colocadas as bandejas, as quais foram fabricadas in loco usando taipás, conforme a Figura 58 indicadas pelas setas, com o objetivo de impedir que caíssem fragmentos da demolição e da argamassa de revestimento no térreo.

Figura 58 - Bandejas



Fonte: Autoria própria (2021)

Foram demolidos cerca de 30 cm das platibandas internas que compreendiam do topo até a trinca a qual pode ser vista na Figura 59.

Figura 59 – Fissura das platibandas recuperadas



Fonte: Autoria própria (2021)

Após concluído o processo de demolição foram assentadas três fiadas de tijolos, e aplicado a argamassa de revestimento (chapisco, emboço, reboco); após finalizadas as atividades foram retiradas as bandejas, conforme pode ser observado na Figura 60.

Figura 59 – Platibandas internas reconstituídas



Fonte: Autoria própria (2021)

4.4.4. Fase de execução após liberação do aditivo

No dia 20 de agosto de 2021, ocorreu a aprovação do aditivo e a renovação do alvará da prefeitura, e assim foi liberado pela equipe de fiscalização da obra, a execução dos serviços das calhas. Com a liberação do aditivo também ocorreu uma prorrogação no prazo de entrega da obra, sendo adiado para o dia 24 de novembro de 2021.

Foram confeccionadas as formas para a base do fundo das calhas, esse processo pode ser analisado na Figura 61, ao preparar as formas teve-se o cuidado de verificar o desnível, para assim permitir a queda d'água.

Figura 60 – Execução de formas das águas A3 e A4



Fonte: Autoria própria (2021)

Em seguida foi colocada a ferragem e realizada a concretagem, como pode ser observado na Figura 62.

Figura 61 – Armação e concretagem das calhas A3 e A4. a) Armação e concretagem e b) concretagem



a)



b)

Fonte: Autoria própria (2021)

Portanto, até o dia 06 de setembro de 2021, foram realizadas as atividades descritas até aqui, chegando o prazo de encerramento do presente trabalho não foi possível descrever o restante da execução da reforma.

Estando planejado para as próximas semanas a conclusão da execução da calha descrita anteriormente, a qual precisa assentar os blocos para realizar o seu fechamento lateral, aplicar a manta de impermeabilização a quente, colocar a proteção mecânica, e por fim a impermeabilização por meio de pintura a base de resina epoxi, e este mesmo processo para a calha que irá receber as águas das áreas A5, A6, A7 e A8.

Ao passo que está executando a calha, a equipe de carpinteiros irá dar procedimento a execução de formas para os rufos das áreas A7 e A8, e em seguida será feita a concretagem. Concluídas estas atividades é o prazo previsto para a chegada das telhas, a qual só foi possível ser fechada a compra, após a certeza da liberação do aditivo, sendo solicitado pelo fornecedor um prazo de 40 dias para entrega, visto que o fabricante não tinha a quantidade de telhas necessárias a pronta entrega.

Conforme o planejamento com a chegada das telhas, será realizada a cobertura das áreas A3 e A4, seguindo para as áreas A5, A6, A7 e A8, finalizando com as áreas A1, A2, A9 e A10.

4.5 Imprevistos durante a execução da obra

Durante os três meses de acompanhamento da obra, foi possível indentificar os seguintes imprevistos: aumento dos preços dos materiais, provavelmente devido a pandemia; imprevistos com o tempo; paralização de parte das atividades, durante a espera do aditivo. Alguns itens como as telhas, a manta de impermeabilização e a malha de aço, foram adquiridas a preço superior aos valores da planilha de orçamento.

Houve imprevistos com chuva, o que causou prejuízo; pois a obra teve que parar, transtornos com água acumulada na laje, a qual conseqüentemente infiltrava para o terceiro pavimento, gerando desconforto aos usuários do prédio, e causando preocupação com a estrutura da laje.

Devido a paralisação de grande parte das frentes de serviço, enquanto não houvesse a liberação do aditivo financeiro e de prazo, houve prejuízo também com a

mão de obra; uma vez que deveria ter sido concluída em três meses de obra, devido a demora de dois meses para a liberação do aditivo, a obra passará para seis meses. O aditivo só foi liberado no valor de 10% do total do contratado inicial, devido cláusula especificada pela contratante, sendo este valor inferior ao orçamento necessário para as atividades acrescentadas.

Outro fato que contribuiu para o atraso da obra foi a necessidade de destelhar e retelhar todos os dias, para realização das atividades.

Houveram imprevistos também com as ferramentas, algumas, como o guincho, serra circular de corte de madeira, apresentaram defeito e foi preciso esperar o conserto, em alguns casos comprometendo as atividades.

4.6 Análise das soluções encontradas pela equipe de engenharia dos correios

Quanto as soluções encontradas, pela equipe de engenharia dos correios, podem-se apresentar que a solução de demolição de todos os rufos foi uma decisão coerente levando em consideração que todos estavam comprometidos, deteriorados.

Quanto a diminuição na quantidade de águas do telhado, apresentamos que foi uma solução viável, uma vez que simplificou o layout e o escoamento pluvial, além de proporcionar um espaço acessível e seguro para futuras manutenções, quando comparado com o antigo layout tinha-se um espaço de difícil acesso e que comprometia a segurança de colaboradores em possíveis manutenções.

Em relação as telhas canaleta E-49, justificou-se seu uso por sua baixa inclinação (9%) e sua capacidade de vencimento de vãos livres, possibilitando assim uma estrutura simplificada. Quanto a inclinação pode-se apresentar que no mercado existe outros tipos de telhas a exemplo da modulada de fibrocimento e a telha metálica que atenderiam esses quesitos.

Porém a telha metálica considerando que o prédio está sujeito a névoa salina por esta próximo ao mar, podemos apresentar isso como um ponto negativo, para uma possível escolha desse tipo de telha, possivelmente estaria vulnerável a um desgaste e comprometimento de sua vida útil. Enquanto a canaleta-E49 esteticamente demonstra um bom resultado, o formato de calha permite acesso ao telhado para manutenções, atende a expectativa de vão livres e baixa inclinação.

Ao tratar de durabilidade, da vida útil da canaleta-E49, se é justificada a escolha nesse ponto, não é possível afirmar nessa análise, visto que não se tem estudos e teste que aprovem quantos anos seria a vida útil desta. O fabricante Eternit garante durabilidade, porém não informa por quantos anos.

O dimensionamento das calhas foi calculado, pelo engenheiro projetista dos correios, conforme a NBR 10.844; considerando a intensidade pluviométrica da cidade e a área de contribuição do telhado, para calcular a vazão e, posteriormente as dimensões das calhas, concluído que as dimensões encontradas atenderiam a necessidade. Um ponto positivo, além do atendimento da vazão, no dimensionamento é a viabilidade de usar as calhas como acesso ao telhado para manutenções.

5 CONCLUSÕES

Neste presente estudo, foi possível perceber que com o passar dos anos, com a exposição aos fenômenos da natureza, o uso inadequado de partes do telhado e sem manutenções adequadas, houve comprometimento da vida útil da edificação.

O antigo telhado continha 12 águas e as calhas eram de pequenas dimensões e causavam transbordamento.

Os materiais constituintes do antigo telhado eram: cobertura em laje, peças em madeira com estrutura do tipo pontaletada, telhas em fibrocimento as quais continham amianto, rufos e calhas em concreto armado. Os rufos e as telhas estavam desgastados.

As patologias encontradas podem ter como causas possíveis a concepção de projeto, execução, falta de manutenção adequada e uso inadequado

As patologias encontradas foram: deteriorização do concreto armado nos rufos, telhas quebradas, infiltração na laje, transbordamento das águas pluviais pelas calhas e fissuras nos rufos e platibandas.

Para sanar as patologias existentes, foi modificado o layout, diminuindo a quantidade de águas, conseqüentemente mudando os locais dos rufos e aumentando as dimensões das calhas, fazendo destas, meio de acesso para futuras manutenções.

As telhas foram trocadas por telhas de fibrocimento canaleta E49, nas quais não contêm amianto. A estrutura do telhado continuou do tipo pontaletada, porém o madeiramento mesmo estando em boas condições foi trocado devido a mudança de layout do telhado. Os rufos e as calhas foram refeitos em concreto armado. E nas calhas foi realizada impermeabilização com manta asfáltica de aplicação a quente.

Nas platibandas que apresentavam fissuras com 3mm de espessura, foi demolida a parte que compreendia da fissura ao topo da platibanda e, em seguida reconstruída a alvenaria; as partes que apresentavam fissuras de 1mm foram recuperadas com o uso de argamassa AC-3 e no topo das platibandas foram colocadas pingadeiras.

Durante a execução da obra foram observados os seguintes contratemplos: alta nos preços dos materiais, provavelmente devido a pandemia; chuvas com índice pluviométrico acima do esperado; ferramentas que apresentaram defeito, sendo necessário aguardar a manutenção destas, o que em alguns casos prejudicou a

produção de algumas atividades; o fato de ao realizar o destelhamento de parte da cobertura encontrar-se vigas invertidas sobre a laje, o que fez com que houvesse mudança do projeto durante a execução.

Houve o cuidado do incentivo do uso de EPI's (Equipamento de Proteção Individual) durante a execução da obra, apresentando aos colaboradores a importância do uso correto. Durante a obra não houveram acidentes.

A situação atípica das vigas invertidas, não prevista em projeto, encontradas ao destelhar; pode ser entendido como um alerta para a importância de uma vistoria completa e detalhada antes da concepção do projeto. No caso da obra relatada, deveria ter sido destelhados alguns vãos, para assim, analisar as condições existentes do local.

Portanto, conclui-se que a reforma foi viável e que solucionará os problemas de infiltração, é válido exaltar a importância de manutenções preditivas ao longo da vida útil do telhado, para evitar que a deterioração chegue ao ponto de ser necessário que a intervenção a ser feita, seja a troca de todos os elementos, como descrito neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Tipos de Telhas: 17 Modelos e Dicas Para Acertar na Escolha. Vivadecora, 19 abr 2019. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/revista/tipos-de-telhas-inspiracoes/>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

ARAÚJO, P. M. de; JÚNIOR, L. R. P. D. Segurança do trabalho na construção civil: medidas de proteção em canteiro de obras. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 8, vol. 11, págs. 68-80, 2019. ISSN: 2448-0959.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 1775:2013. Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, pág. 1-71, 2013.

_____. NBR 8039. Projeto e execução de telhados com telhas cerâmicas tipo francesa – Procedimento. Rio de Janeiro, pág. 1-5. 1983.

_____. NBR 9575. Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, pág. 1-14, 2010.

_____. NBR 9574. Execução e impermeabilização. Rio de Janeiro, pág. 1-14, 2008.

_____. NBR 10.844. Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento. Rio de Janeiro, pág. 1-13, 1989.

_____. NBR 15.575-5. Edificações habitacionais – Desempenho parte 5: Requisitos para sistemas de cobertura. Rio de Janeiro, pág. 1-73, 2013.

AZEREDO, H. A. O edifício e sua cobertura. 1 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/34589973/o-edificio-ate-sua-cobertura>> Acesso em: 13 set. 2021.

BONAFÉ, Gabriel. Espelhos d'água podem ser usados como reservatórios de combate a incêndio. 2021. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/espelhos-dagua-podem-ser-usados-como-reservatorios-de-combate-a-incendio/14190>>. Acesso em: 20 de jul. 2021.

CALHA FORTE. Calha Forte. Rufos. *In*: Rufos. [S. l.], 2020. Disponível em: <<https://www.calhaforte.com.br/rufos/>>. Acesso em: 23 ago. 2021.

CAPORRINO, C. F. **Patologias em alvenarias**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018. ISBN 978-85-7975-304-. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/80041748/livro-patologias-em-alvenarias>>. Acesso em: 14 ago. 2021.

COUTINHO, A. L. M. Telhados de Edificações Habitacionais. 2018. 128 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2018. Disponível em:

<http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2018/TCC_ANDERSON%20LUIZ%20MACHADO%20COUTINHO.pdf> Acesso em: 02 jul. 2021.

CUNHA, E. H. da. Impermeabilização. Universidade Pontifícia Católica. Goiás. 2014. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/mayaramarques718/aula-16-impermeabilizacao>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

DINIZ, D. P. V. Estruturas de madeira e de aço para telhados: vantagens e desvantagens do uso na engenharia civil. 2018. 74f. Monografia (Graduação em engenharia civil) - Universidade Federal Rural do Semi Árido, Angicos, RN. 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/2372>>. Acesso em: 02 jul. 2021.

ETERNIT. Catálogo Técnico: Telhas de fibrocimento CRFS. Eternit, 2020/2021. Disponível em: <https://www.eternit.com.br/wp-content/uploads/2019/10/ETE02720_Cat%C3%A1logo-t%C3%A9cnico-fibrocimento_D.pdf> Acesso em: 01 jul. 2021.

FAZFÁCIL; Telhado madeiramento: o que são pontaletes? Faz fácil, 22 ago 2012. Disponível em: <<https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/telhado-pontaletado/>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

FLACH, R. S. Estruturas para telhados: Análise Técnica de soluções. 2012. 81 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, porto Alegre, RS. 2012. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65439/000864069.pdf>> Acesso em: 13 jul. 2021.

FREIRE, M. A. Métodos Executivos de Impermeabilização de um Empreendimento Comercial de Grande Porte. 2007. 72 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)–Departamento de Construção Civil. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011036.pdf>>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

GOMIDE, T. L. F.; GULLO, M. A.; FAGUNDES NETO, J. C. P.; FLORA, S. M. D. Inspeção Predial Total. 3. ed. Atual v. 1. São Paulo: Oficina de texto, 2019. 168 p. ISBN 978-85-7975-343-5.

GRANATO, J. E. Patologias das construções. Rio de Janeiro – RJ. 2002. Disponível em: <<http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadasconstrucoes2002.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2021.

HUSSEIN, J. S. M. Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão–PR. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6180/2/CM_COECI_2012_2_03.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2021.

IPHAN. Manual de conservação de telhados. Brasília, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 1999. Disponível em:<http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/Man_ConservacaoDeTelhados_1edicao_m.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2021.

LOGSDON, N. B. Estruturas de madeira para coberturas, sob a ótica da NBR 7190/1997. 2002. 66 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT. 2002. Disponível em:< <http://usuarios.upf.br/~zacarias/Telhados.pdf>> Acesso em: 06 jun. 2021.

LOTTERMANN, A. F. Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso. 2014. 66 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Regional do noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí -RS, 2014. Disponível em:<<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/2133>>. Acesso em: 14 ago. 2021.

MATTOS, A. Planejamento e controle de obras. 1ª ed. São Paulo: PINI, 2010.
MOLITERNO, A.; BRASIL, R. M. L. R. da F. Caderno de projetos de Telhados em estruturas de madeira. 4. Ed. São Paulo: Blucher, 2010. 284p. v.1 INSB-10 852120546; INSB-13 978-95212005548.

MONTENEGRO, G.A. Ventilação e cobertas – estudo teórico, histórico e descontraído. Ed. Edgard Blücher. São Paulo,1984. Disponível em:<<https://www.passeidireto.com/arquivo/87880318/desenho-arq-gildo-montenegro?q=gildo%20a%20Montenegro%20ventila%C3%A7%C3%A3o%20e%20coberturas&tipo=1>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

MILITO, J. A. Técnicas de construção civil e construção de edifícios. Campinas-SP: Universidade Pontifícia Católica, 2009. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/45762425/tecnicas-de-construcao-civil-e-construcao-de-edificios>> Acesso em: 15 set. 2021.

OLIVEIRA, Alexandre Magno. Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações. 2012. 96 p. Monografia (Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9A3GCW/1/monografia_esp_2012_1_th.pdf> Acesso em: 02 de dezembro de 2021.

PACHECO, P. M. S. Tecnologia das Construções I. 1 Ed. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 232p. INSB 978-522-0800-6. Disponível em:<<https://www.passeidireto.com/arquivo/85346856/livro-tecnologia-das-construcoes?q=constru%C3%A7%C3%B5es%20livro&tipo=1>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

PFIEL, W.; PFEIL, M. Estruturas de aço: dimensionamento prático. 8.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 357p. ISBN: 978-85-216-1611-5.

PFIEL, W.; PFEIL, M. Estruturas de madeira. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003. 241p.

PORTAL DA CONSTRUÇÃO, 2019. Disponível em: <<https://portalconstrucaofacil.com/telhado-tipos/>> Acesso em: 15 jun. 2021.

PRECON; Manual técnico telhas de PVC PreconVC. 2007; Disponível em: <https://precon.com.br/portal/wp-content/uploads/2017/10/NP-017-17-2017-07-13-PRECON_MANUAL_baixa.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2021

RAMOS, A. Conheça as partes que formam um telhado. *In*: Conheça as partes que formam um telhado. [S. l.], 17 maio 2016. Disponível em: <<https://engenhariae.com.br/editorial/colunas/conheca-as-partes-que-formam-um-telhado>>. Acesso em: 12 set. 2021.

REI DA TELHA. Telha francesa resinada. Disponível em: <<https://reidatelha.com.br/telha-francesa-resinada>>. Acesso em: 23 set. 2021.

ROSSI, F. Telhas cerâmicas: tipo e características, passo a passo! Disponível em: <<https://pedreiro.com.br/telhas-ceramicas-tipos-e-caracteristicas-passo-a-passo/>>. Acesso em: 23 set. 2021.

SAMPAIO, C. A. de P.; CARDOSO, C. O.; SOUZA, G. P. de. Temperaturas superficiais de telhas e sua relação com o ambiente térmico. *Engenharia Agrícola*, v. 31, p. 230-236, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/eagri/a/PPzcFmQwyZsn9vhMNDqtvJM/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

SHIRAKAWA, M A; MONTEIRO, M B; SELMO, Sílvia Maria de Souza; CINCOTTO, Maria Alba. Identificação de fungos em revestimentos de argamassas com bolor evidente. *Anais. Goiânia: UFGO*, 1995. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/000887722> > Acesso em: 28 de novembro de 2021.

SILVA, F. S.; MARQUINI, L. L.; SABADINI, O. S.; CARLETTI, E. Z. B. A importância da utilização dos equipamentos de proteção individual e coletiva na prevenção de acidentes. *Revista Ambiente Acadêmico*. V.4, n.1. Cachoeiro de Itapemirim-ES, 2018. Disponível em: <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/09/revista-ambiente-academico-v04-n01-artigo08.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2021.

SILVA, K. P. da; NASCIMENTO, R. F. do; BOTELHO, M. A. da S. Segurança no trabalho: uma ferramenta competitiva. 2016. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/35124439.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2021.

SOARES, F. F. A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012331.pdf>>. Acesso em: 30 de julho de 2021.

SOUZA, V. C. de; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. 1. Ed. São Paulo: Pini, 1998. 262p. v.1. INSB 85-7266-096-8.

TEGULA SOLAR. A 1ª telha fotovoltaica de concreto do Brasil. Disponível em: <https://www.tegula.com.br/solar/>. Acesso em: 23 set. 2021.

VEDACIT; Manual Técnico: IMPERMEABILIZAÇÃO de estruturas. 7 Ed. 2018. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/67868870/apostila-manual-tecnico-impermeabilizacao-vedacit-pdf> > Acesso em: 16 de julho de 2021.

VIEIRA, L. F. B. Sistemas Impermeabilizantes Na Construção Civil. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 12, Vol. 01, pp. 05-17 Dezembro de 2018. ISSN:2448-0959. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/impermeabilizantes>>. Acesso em: 15 de julho de 2021.

YAZIGI, W. A Técnica de Edificar. 10ª. Ed. rev. e atual. São Paulo: PINI: SindusCon, 2009. 772 p. v.1 INSB 978-85-7266.

ANEXOS