

**INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE COBERTURA DOS BLOCOS C  
E F DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**LUCAS FERREIRA DE ANDRADE**

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL 2 EM ENGENHARIA CIVIL

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE  
COBERTURA DOS BLOCOS C E F DA FACULDADE DE  
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**LUCAS FERREIRA DE ANDRADE**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

**APROVADA POR:**

---

**CLAUDIO HENRIQUE DE ALMEIDA FEITOSA PEREIRA, D. Sc. (UnB)  
(ORIENTADOR)**

---

**MARCOS HONORATO DE OLIVEIRA, D. Sc. (UnB)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**LARA MONALISA ALVES DOS SANTOS, Arq. (UCB)  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

**DATA: BRASÍLIA/DF, de dezembro de 2018.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

ANDRADE, LUCAS FERREIRA DE

Inspeção e avaliação dos sistemas de cobertura dos blocos C e F da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília [Distrito Federal] 2018.

xiv, 110 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2018)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. Sistemas de cobertura  | 2. Telhados                 |
| 3. Inspeção de Coberturas | 4. Patologia das coberturas |
| 5. Estrutura da UnB       |                             |
| I. ENC/FT/UnB             | II. Título (Bacharel)       |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDRADE, L.F. (2018). Inspeção e avaliação dos sistemas de cobertura dos blocos C e F da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Monografia de Projeto Final, Publicação, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 110 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Lucas Ferreira de Andrade

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Inspeção e avaliação dos sistemas de cobertura dos blocos C e F da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Lucas Ferreira de Andrade  
Rua 12, Nº 5/8, Bl. C, Apt. 1405, (Sul) Águas Claras  
71939-000 - Brasília/DF - Brasil

# DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Sônia e Divino, que iriam ao infinito por mim.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais e minha irmã que fizeram tudo que podiam por mim nestes anos de graduação.

A todos os amigos pelos momentos de alegria, risadas e ajuda compartilhados.

A todos os professores, que realizaram a nobre atitude de compartilhar um pouco do seu saber, em especial ao professor Claudio, que me orientou desde o início do curso em projetos de pesquisa, me apresentando à Engenharia Civil em um momento em que era apenas um calouro cheio de dúvidas, até a certeza da decisão correta no encerramento deste ciclo.

Ao Júlio Cesar do CEPLAN, professores Arthur Schleicher e Leonardo Zandonadi do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, técnico Marcão da FT, técnico Tenniel do Laboratório de Hidráulica, técnico Pereira do GRACO/ENM e técnico Diego do ENC pelo auxílio neste Projeto Final.

A todos que tem pelo menos um pedacinho de si na minha formação.

*“Mas eu não quero conforto. Quero Deus, quero a poesia, quero o perigo autêntico, quero a liberdade, quero a bondade. Quero o pecado.”*

*(Aldous Huxley, Admirável Mundo Novo)*

## **RESUMO**

Este projeto de conclusão de curso de graduação em Engenharia Civil, buscou caracterizar e descrever o estado atual dos sistemas de cobertura dos blocos C e F da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Há bastante reclamação da comunidade, acerca de infiltrações em épocas de chuva nos referidos edifícios, e sob este escopo houve a motivação para o trabalho ser realizado. Análises iniciais tiveram por base os projetos originais, o conhecimento da percepção e ocorrências relacionados a cobertura, citados por usuários de maneira informal, chegando até uma vistoria interna para a confirmação de problemas e definição da área foco para a visita externa. Foram encontradas várias manifestações nas estruturas, como sujidades, acumulação de detritos, formação de fungos, fissuras e pequenas desagregações de concreto, exposição de armaduras, equipamentos de drenagem desprotegidos, juntas incorretamente impermeabilizadas, elementos de uso incorreto, entre outros, atribuindo-se a cada anomalia uma nota que a classificaria num grupo de prioridade de intervenção. Todos os problemas descritos quando analisados em conjunto puderam montar hipóteses acerca das causas das infiltrações. Há, também a indicação de recomendações técnicas para a resolução das situações, além de análises inerentes a manutenção e uso das coberturas.

Palavras-chave: sistemas de cobertura, inspeção de coberturas, patologias das coberturas, estrutura da UnB.

## **ABSTRACT**

This final undergraduate project in Civil Engineering, sought to characterize and describe the current state of roofing systems of buildings C and F of the Faculty of Technology of the University of Brasilia. There is a lot of complaints in community about rain infiltrations in these buildings, considering this, this work was made. Initial analyzes were based on the original blueprints, the perception and problems related to the roofs, reported by users informally, reaching an internal inspection to confirm occurrences and define the focus area for the external visit. Several manifestations were found in the structures, such as dirt, accumulation of debris, formation of fungi, cracks and small concrete disintegrations, exposure of reinforcements, unprotected drainage pipes, improperly sealed joints, improper elements, among others. Each anomaly was ranked into an intervention priority group. All the problems described when analyzed together could form hypotheses about infiltrations causes. There is also an indication of technical recommendations for the resolution of anomalies, as well as analyzes inherent to the maintenance and use of the roofs.

Key words: roofing systems, roofing inspection, roofing pathology, University of Brasilia structure.

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS GERAIS.....	1
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 COBERTURAS .....	2
2.1.1 REQUISITOS E EXIGÊNCIAS DE SISTEMAS DE COBERTURA.....	4
2.1.1.1 SEGURANÇA.....	4
2.1.1.2 HABITABILIDADE .....	5
2.1.1.3 DURABILIDADE.....	6
2.1.1.4 ECONOMIA .....	6
2.1.2 CLASSIFICAÇÃO DE COBERTURAS.....	6
2.2 PATOLOGIAS DE COBERTURAS .....	9
2.2.1 CONSIDERAÇÕES ACERCA DO PADRÃO DE DETERIORAÇÃO DE COBERTURAS .....	9
2.2.2 CAUSAS E DEFINIÇÃO DAS PATOLOGIAS MAIS COMUNS EM SISTEMAS DE COBERTURAS.....	11
2.3 INSPEÇÃO DE SISTEMAS DE COBERTURAS NO QUAL A ESTRUTURA PORTANTE SEJA UMA LAJE DE CONCRETO.....	15
2.3.1 INSPEÇÃO DE OBRAS DE ENGENHARIA NO BRASIL.....	15
2.3.1.1 ABNT NBR 5674:2012.....	16
2.3.1.2 IBAPE – NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL NACIONAL.....	17
2.3.2 CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS ACERCA DA INSPEÇÃO DE SISTEMAS DE COBERTURA .....	20
2.3.3 VISTORIA DE COBERTURAS E CRITÉRIO PARA PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO, PROPOSTA POR MORGADO (2012).....	20
2.3.3.1 CARACTERIZAÇÃO DE ELEMENTOS E METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DO CRITÉRIO PARA PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO.....	21
2.3.3.2 VISTORIA .....	23
3 PLANO DE INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE COBERTURAS DO BLOCO C E F DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA .....	23
4 BLOCOS C E F – FACULDADE DE TECNOLOGIA – UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA .....	25

4.1 DESCRIÇÃO QUALITATIVA DOS PROJETOS DO SISTEMA DE COBERTURA BLOCO C .....	28
4.2 DESCRIÇÃO QUALITATIVA DOS PROJETOS DO SISTEMA DE COBERTURA BLOCO F.....	32
5 PERCEÇÃO DOS USUÁRIOS ACERCA DO DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE COBERTURA DOS BLOCOS C E F.....	37
5.2 BLOCO C – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL .....	38
5.2 BLOCO F – LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA E ESTRUTURAS .....	39
6. VISTORIA INTERNA - CONSTATAÇÃO E VERIFICAÇÃO DE PROBLEMAS NO SISTEMA DE COBERTURA .....	40
6.1 BLOCO C – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL .....	41
6.1.1 CORREDOR DE SALAS DE AULA .....	41
6.1.2 SALA DE AULA CT 25/15.....	48
6.1.3 AUDITÓRIO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL .....	51
6.2 BLOCO F – LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA E ESTRUTURAS .....	55
6.2.1 COBERTURA MARGINAL DO LABORATÓRIO .....	56
6.2.2 PARABOLOIDES HIPERBÓLICOS DE CONCRETO ARMADO .....	58
7 VISTORIA EXTERNA – VISTORIA DOS SISTEMAS DE COBERTURA .....	62
7.1 VISTORIA DO SISTEMA DE COBERTURA DO BLOCO C .....	64
7.1.1 DIAGNÓSTICO .....	76
7.2 VISTORIA DO SISTEMA DE COBERTURA DO BLOCO F.....	78
7.2.1 DIAGNÓSTICO .....	87
8 PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO .....	88
8.1 PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO DAS ANOMALIAS NO BLOCO C .....	89
8.2 PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO DAS ANOMALIAS NO BLOCO F.....	92
9 RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS .....	95
9.1 RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS PARA AS ANOMALIAS ENCONTRADAS NO SISTEMA DE COBERTURA DO BLOCO C.....	96
9.2 RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS PARA AS ANOMALIAS ENCONTRADAS NO SISTEMA DE COBERTURA DO BLOCO F .....	97

10 AVALIAÇÃO DE MANUTENÇÃO E USO .....	97
11 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	101
ANEXO A – ELEMENTOS FONTES DE MANUTENÇÃO (EFM); MORGADO (2012)	103
ANEXO B – ANOMALIAS ASSOCIADAS A EFM'S; MORGADO (2012).....	105
ANEXO C – FOLHA DE IDENTIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO; MORGADO (2012) ....	107
ANEXO D – CARACTERIZAÇÃO DAS COBERTURAS; MORGADO (2012).....	108
ANEXO E – FICHA DE INSPEÇÃO; MORGADO (2012) .....	110

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Periodicidade de Inspeção de Sistemas de Cobertura e Estrutural prescritos pela ABNT NBR 5674:2012.....	22
--	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Periodicidade de Inspeção de Sistemas de Cobertura e Estrutural prescritos pela ABNT NBR 5674:2012.....	17
Quadro 2 - Ordens de Serviço em aberto sobre os sistemas de cobertura do bloco C - FT.....	39
Quadro 3 - Folha de identificação do bloco C; modelo proposto por Morgado (2012).....	64
Quadro 4 - Caracterização da cobertura do bloco C; modelo proposto por Morgado (2012)..	65
Quadro 5 - Vazões de cada área de contribuição .....	75
Quadro 6 - Folha de identificação do bloco F; modelo proposto por Morgado (2012) .....	78
Quadro 7 - Caracterização da cobertura do bloco F; modelo proposto por Morgado (2012) ..	79
Quadro 8 - Identificação das anomalias existentes no bloco C para Prioridade de Intervenção, de acordo com Morgado (2012) .....	90
Quadro 9 - Procedimento para definição da prioridade de Intervenção da cobertura do Bloco C .....	90
Quadro 10 – Continuação Quadro 9.....	91
Quadro 11 - Identificação das anomalias existentes no bloco F para Prioridade de Intervenção, de acordo com Morgado (2012) .....	93
Quadro 12 - Procedimento para definição da prioridade de Intervenção da cobertura do Bloco C .....	93
Quadro 13 – Continuação Quadro 12.....	94

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cobertura Domo da Rocha em Jerusalém .....	3
Figura 2 - Laje impermeabilizada .....	8
Figura 3 - Telhados.....	8
Figura 4 - Curva de deterioração de coberturas proposta por Hodges .....	9
Figura 5 - Desempenho ao longo do tempo ABNT NBR 15575-1 .....	10
Figura 6 - Resultado do estudo ITBP; vermelho - anomalias em alvenaria; amarelo - falhas em coberturas .....	11
Figura 7 - Distribuição de anomalias encontradas em coberturas inclinadas (Telhados) em estudo feito em Portugal.....	12
Figura 8 - Distribuição de anomalias encontradas em coberturas horizontais (Lajes Impermeabilizadas) em estudo feito em Portugal .....	12
Figura 9 - Patologias decorrentes de falhas na impermeabilização em levantamento realizado em Goiânia .....	14
Figura 10 - Situação dos Edifícios na Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília; - 15.763476° Latitude e -47.872465° Longitude.....	24
Figura 11 - Planta de Situação original FT.....	26
Figura 12 - Destaque na planta de situação para a área construída.....	26
Figura 13 - Ampliação do <i>Shed</i> na planta de cobertura .....	29
Figura 14 - Ampliação da Soleira na planta de cobertura .....	29
Figura 15 - Ampliação da planta de cobertura do auditório.....	29
Figura 16 - Corte do <i>shed</i> e zonas adjacentes .....	30
Figura 17 - Detalhe Telhado Bloco C .....	30
Figura 18 - Elementos do telhado e sua estrutura portante .....	31
Figura 19 - Exemplo de uma pingadeira no projeto original.....	32
Figura 20 - Um parabolóide formado por 4 superfícies <i>hypar</i> .....	33
Figura 21 - Croqui com disposição dos <i>hypars</i> e perspectiva da cobertura.....	33
Figura 22 - Corte de um parabolóide na direção longitudinal da edificação .....	34
Figura 23 - Planta da Estrutura de Transição, com área ocupada pelo telhado atualmente em destaque.....	35
Figura 24 - Disposição atual do telhado marginal ocupando o local denominado estrutura de transição nas plantas originais.....	35
Figura 25 - Estrutura de fechamento originalmente prevista .....	36
Figura 26 - Corte demonstrando estrutura de fechamento; detalhe em destaque.....	37
Figura 27 - Área 1; em destaque .....	41
Figura 28 - Goteiras no forro do teto do corredor – área 1; ocorrência em destaque.....	42
Figura 29 - Bolor, manchas de umidade e descascamentos do revestimento – área 1 .....	42
Figura 30 - Goteiras múltiplas e escoamento de água na alvenaria – área 2.....	43
Figura 31 - Goteiras exibidas na Figura 30 em destaque – área 2.....	43
Figura 32 - Área de goteira adjacente ao escoamento – área 2; área em destaque .....	44
Figura 33 - Visão ampla do local com infiltrações – área 2.....	44
Figura 34 - Áreas 2 e 3; em destaque .....	45
Figura 35 - Goteiras e indícios de escoamento de água – área 3; goteiras em destaque .....	45
Figura 36 - Visão ampla das situações de infiltração – área 3 .....	46
Figura 37 - Goteiras na área 1, em data diversa; goteiras em destaque .....	46
Figura 38 - Goteiras - área 3.....	47
Figura 39 - Poças Provenientes das goteiras e escoamentos na alvenaria.....	47
Figura 40 - Área 4; em destaque .....	49

Figura 41 - Poças de água devido ao escoamento de água na alvenaria .....	49
Figura 42 - Escorrimento de água na interface viga-alvenaria.....	50
Figura 43 - Área 5; em destaque .....	51
Figura 44 - Manchas indicando o caminho de goteiras recém-secas; manchas em destaque ..	52
Figura 45 - Destaque na saída de água no teto .....	52
Figura 46 - Manchas de umidade no teto em destaque .....	53
Figura 47 - Cadeira com acúmulo de água.....	54
Figura 48 - Poças de água formadas pela goteira.....	54
Figura 49 - Possível marca antiga de goteiras .....	55
Figura 50 - Sistemas de cobertura do Bloco F, vistos separadamente; paraboloides de concreto destacados em vermelho, cobertura marginal em azul.....	56
Figura 51 - Manchas de umidade e de eflorescências; eflorescências em destaque .....	56
Figura 52 - Manchas de umidade e de eflorescências 2; eflorescências em destaque .....	57
Figura 53 - Telhado de alumínio com sujidades impregnadas .....	58
Figura 54 - Extensão do paraboloide armada completamente esbranquiçado de eflorescências .....	58
Figura 55 - Bolor em destaque .....	59
Figura 56 – Espessura não uniforme de junta indicando movimentação; azul - zona de junta com espessura normal, vermelho – zona com espessura de junta excessiva .....	60
Figura 57 - Indicação da zona de movimentação; em destaque .....	60
Figura 58 - Desagregação de concreto no paraboloide expondo armadura; destaque na zona corroída.....	61
Figura 59 - Indicação do local de desagregação e exposição da armadura; em destaque .....	61
Figura 60 - Zona de vistoria externa (em destaque) do sistema de cobertura do bloco C - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.....	62
Figura 61 - Zona de vistoria externa (em destaque) do sistema de cobertura do bloco F – Laboratório de Hidráulica e Estruturas .....	63
Figura 62 - Fotografias telhas 1 e 2; próximo a área de foco 1 .....	65
Figura 63 - Fotografias telhas 3 e 4; próximo a área de foco 5 .....	66
Figura 64 - Imagem VANT sobre cobertura Bloco C; área desprotegida em destaque .....	67
Figura 65 - Fotografias estrutura de suporte descoberta 1 e 2.....	68
Figura 66 - Fotografia estrutura de suporte descoberta 3 .....	68
Figura 67 - Fotografia estrutura de suporte descoberta 4 .....	69
Figura 68 - Junta estrutural sem selante; em destaque .....	70
Figura 69 - Claraboias .....	70
Figura 70 - Fotografia estrutura Claraboia .....	71
Figura 71 - Fotografias Calha de drenagem 1; próximo a área de foco 4 .....	72
Figura 72 - Fotografias calhas de drenagem 2; próximo a área de foco 5 .....	72
Figura 73 - Fotografias tubo de drenagem; próximo a área de foco 4 e na estrutura de suporte descoberta.....	73
Figura 74 - Indicação dos pontos de saída de drenagem, na zona foco de vistoria; saídas – círculos azuis .....	74
Figura 75 - Ábaco para determinação do diâmetro de condutores verticais .....	75
Figura 76 - Fotografias telhado perimetral 1 e 2 .....	79
Figura 77 - Fotografia telhado perimetral 3 .....	80
Figura 78 - Platibanda junto a calha de drenagem; platibanda em destaque.....	81
Figura 79 - Armaduras aparentes da platibanda .....	81
Figura 80 - Localização da exposição de armaduras da platibanda; local em destaque azul... ..	82
Figura 81 - Junta da platibanda sem impermeabilização e selagem.....	82
Figura 82 - Fotografias calhas 1 e 2; calha em destaque na fotografia 1 .....	83

Figura 83 - Acúmulo de água na junta e na seção da calha.....	84
Figura 84 - Pontos de tubos de queda.....	85
Figura 85 - Entrada dos tubos de queda desprotegido.....	85
Figura 86 - Fotografias reservatórios de nível constante 1 e 2.....	86
Figura 87 - Escoamento da água de ensaio .....	87

# **1 INTRODUÇÃO**

A Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília – FT teve seus edifícios sede projetados entre 1973 e 1974 para abrigar os cursos de engenharia da instituição. Tais construções possuem mais de 40 anos de existência, período em que a vida útil de diversos elementos se esvaiu, bem como problemas de diversas origens se manifestaram, assim, manutenções, reparos e substituições tiveram de ser realizados, em busca de se restabelecer condições de desempenho satisfatórias.

Sob o previamente exposto, existem os problemas no sistemas de cobertura da FT que se constituem em um dos componentes mais elementares, a medida que ele se caracteriza, juntamente com o fechamento vertical, na principal barreira das edificações contra intempéries, assim a definição das anomalias existentes na cobertura são importantes para solucionar problemas existentes nestes elementos, garantindo o bom funcionamento das construções e consequentemente das atividades acadêmicas.

Há bastante queixas de alunos, professores, técnicos e outros funcionários acerca de infiltrações que ocorrem na FT, causando grandes transtornos a vida acadêmica, sem que haja uma melhor caracterização das manifestações e suas possíveis causas. Dessa maneira é necessário que as anomalias sejam delimitadas e as áreas de ocorrência definidas para que uma vistoria possa descrever o estado atual dos sistemas de cobertura, para que hipóteses acerca das possíveis causas sejam elaboradas, bem como para auxiliar o Departamento de Engenharia Civil e Ambiental acerca de prioridades no tratamento de problemas, além de recomendar ações de reparo e avaliar atual política de manutenção e uso.

Assim, os sistemas de cobertura dos Blocos C – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental e Bloco F – Laboratório de Hidráulica e Estruturas são objetos de vistoria para a identificação, definição e caracterização de problemas em curso.

## **1.1 OBJETIVOS GERAIS**

Caracterizar a situação e estado atual dos sistemas de cobertura dos blocos C e F da Faculdade de Tecnologia em áreas específicas – aquelas que apresentam situações que causem problemas ou desconforto aos usuários, identificando e descrevendo anomalias.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Analisar os sistemas de cobertura dos blocos C e F da Faculdade de Tecnologia por meio de seus projetos originais e de readequações, se houverem. Tomar junto a usuários as percepções destes acerca do desempenho da cobertura no que tange a sua influência na experiência com a edificação, bem como das situações que a afetem. Constatar e descrever as situações/ocorrências relatadas pelos usuários. Vistoriar externamente o sistema de cobertura a partir de áreas foco definidas no objetivo anterior, para descrever a situação atual dos elementos e identificar os problemas, elaborando possíveis hipóteses para suas origens. Classificar as anomalias encontradas na vistoria externa em ordem de prioridade de intervenção. Realizar recomendações técnicas para as situações e avaliar a manutenção e uso dos elementos do sistema de cobertura.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 COBERTURAS**

A proteção contra os agentes da natureza, sejam eles físicos ou biológicos constituem um dos motivos primordiais dos seres-humanos para a construção, dessa maneira, as coberturas surgem como um fechamento essencial de edificações. Aquelas estão presentes mesmo quando as vedações verticais ou paredes não fazem parte da estrutura, o que pode ser verificado em algumas construções arcaicas.

Ao longo do tempo, muitos materiais foram utilizados na construção destas estruturas, os Romanos utilizaram ardósia e outros minerais, o Domo da Rocha em Jerusalém, finalizado em 691 d.C. utiliza 10.000 placas de ouro na sua cobertura abobada (Figura 1). A palha foi extensamente utilizada em diferentes locais e épocas em todo o mundo (e ainda o é), desde a Europa Medieval até as sociedades indígenas americanas.

Figura 1 - Cobertura Domo da Rocha em Jerusalém



Fonte: <https://theworldbyfon.wordpress.com/2016/03/21/domo-da-rocha-quick-facts-by-fon/> (Acesso em: 05/06/2018)

A função da cobertura permanece a mesma com o passar dos séculos, porém as exigências a que tem de atender mudaram (REIS E SOUZA, 2007), a partir destas é possível saber quais características estas estruturas devem apresentar para que tenham desempenho adequado. Este trabalho usará como definição de sistema de cobertura aquele apresentado pela ABNT NBR 15575-5:2013 Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de cobertura que define que coberturas são “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 termoacústicos da edificação habitacional” (ABNT, 2013, p.8).

Há ainda que se destacar as definições propostas por outros autores. Azeredo (1997), define a cobertura como uma estrutura capaz de abrigar os usuários contra intempéries, devendo possuir propriedades isolantes, ou seja, ser impermeável, resistente, inalterável quanto a forma e peso, entre outros. Ambrozewicz (2015, p.203) a cobertura é “[...] a parte superior da edificação que tem a função de proteção contra o sol, a chuva, o vento e outros”. A norma ASTM D1079 - 16 *Standard Terminology Relating to Roofing and Waterproofing* traz aceção semelhante: “conjunto de componentes projetado para resistir à intempéries, e normalmente isolar, a parte superior de um edifício” (ASTM, 2016, p.8).

Todas estas definições encontradas na literatura técnico-científica de Engenharia Civil e Arquitetura, bem como nas normas correspondentes apresentam características comuns entre si: colocam os sistemas de cobertura como o elemento primordial de paramento e proteção das áreas internas de edifícios contra os agentes do clima, sejam eles chuva, neve, vento – como exposto por Reis e Souza (2007), essas definições remetem a função originária destes sistemas, que permanecem inalterados. Todas estas referências colocam, também, este elemento, como parte integrante de sistemas de controle ambiental, ou seja, responsáveis por adequações térmicas e higroscópicas de ambientes.

## **2.1.1 REQUISITOS E EXIGÊNCIAS DE SISTEMAS DE COBERTURA**

Há exigências a que as coberturas devem ter para que sejam consideradas plenamente seguras e funcionais aos usuários de acordo com a literatura corrente, inclusive segundo Rato e Brito (2001, apud MORGADO, 2012, p.40) os “[..] requisitos dependem não só da função essencial de proteção, mas também de funções específicas de tipologias de uso e de processos construtivos adotados”. Há, também, normas para definições, verificações e ensaios concernentes a este desempenho, no Brasil, a já citada ABNT NBR 15575 - 5:2013 Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de cobertura.

Estes requisitos não são plenamente sistematizados na literatura, mesmo na norma supracitada, que se atém especialmente a características de coberturas e a forma de medir e quantificar por meio de ensaios estes aspectos. Lopes (1994, apud MORGADO, 2012) sintetizou de maneira bastante eficiente estes requisitos. Foram agrupadas em exigências de segurança, habitabilidade, durabilidade e economia. Todos os fatores a seguir (definidos por LOPES, 1994 apud MORGADO, 2012) devem ser considerados e avaliados em todas as fases de vida da construção, seja no projeto, uso, inspeção e manutenção.

### **2.1.1.1 SEGURANÇA**

As exigências de segurança são aquelas intrinsecamente relacionadas as ações a que as coberturas poderão estar expostas e a maneira como elas responderão as mesmas. Existem respostas satisfatórias e não-satisfatórias a estes fatores, que são de suma importância, pois se relacionam com a estabilidade estrutural das coberturas, que está ligada com a segurança a vida

dos usuários, bem como com a estabilidade global da edificação, caso o sistema de cobertura tenha participação nesta.

Há a segurança estrutural, que se relaciona aos carregamentos impostos, sejam eles estáticos (peso-próprio, chuva, neve, sobrecargas) ou dinâmicos (vento). Segurança contra incêndios, que deve versar essencialmente sobre a reação de cada material ao fogo e sobre o comportamento global dos elementos sobre esta ação. Resistência a ações de uso normal como os agentes atmosféricos (grande fonte da maioria das patologias em coberturas), o puncionamento e choques acidentais - que geralmente não são verificados em outras partes da estrutura de um edifício convencional, mas aqui, a depender da situação devem ser, especialmente por cargas incomuns, como caixas d'água que podem ser colocadas e também pela esbeltez de alguns revestimentos de coberturas, especialmente a de coberturas com telhados. Por fim deve-se considerar a segurança contra invasões, especialmente naquelas de materiais esbeltos e não monolíticos.

#### **2.1.1.2 HABITABILIDADE**

As exigências de habitabilidade são as relacionadas aos critérios de conforto e saúde do usuário. A priori são elas que ditam como o usuário responderá à estrutura, se de maneira satisfatória ou não satisfatória.

A primeira exigência é a de estanqueidade à água, neve e poeiras, que além estar relacionado a função primordial das coberturas, constitui um importante aspecto a saúde dos usuários. O conforto higrotérmico é o segundo requisito, devendo ser analisados questões de isolamento térmico, susceptibilidade a condensação e proteção ao sol – serão estas características que possibilitarão a cobertura o controle ambiental de temperatura e umidade desejado. O conforto acústico, para ruídos aéreos (fontes exteriores à edificação) e de percussão (produzidos pela própria estrutura de cobertura quando carregada). Conforto visual na iluminação e reflexibilidade. Aspecto exterior e interior, que naturalmente está ligado a degradação e manutenção. Pureza do ar e iluminação natural provida pela cobertura também compõe exigências a serem lembradas.

### **2.1.1.3 DURABILIDADE**

As exigências de durabilidade referem-se à capacidade dos componentes da cobertura manterem satisfatoriamente todos os outros requisitos. Estão intimamente relacionados a vida útil e manutenção.

Deve ser avaliado a conservação das características dos materiais – conservação da resistência mecânica, estabilidade dimensional, resistência a agentes químicos e comportamento ao gelo-degelo (regiões temperadas e polares). Capacidade e acessibilidade de limpeza e manutenção são requisitos a serem lembrados, também.

### **2.1.1.4 ECONOMIA**

Sabe-se que na Engenharia os fatores econômicos devem ser levados em consideração juntamente com os inerentes a estrutura em si. Inclusive, soluções devem ser encontradas de maneira a aliar técnica e economia, dessa maneira em um sistema de cobertura segura, confortável e racional deve-se, também, lembrar das exigências de limitação do custo global – o valor a ser dispendido na construção, conservação e manutenção.

## **2.1.2 CLASSIFICAÇÃO DE COBERTURAS**

Antes de partir para as classificações de sistemas de cobertura é importante atentar para as diferenças entre cobertura e telhado, frequentemente referidos como sinônimos, de maneira redundante, conforme identificado por Meneguetti (2001, apud REIS E SOUZA, 2007). Este fato foi, inclusive, constatado em literaturas técnicas, na pesquisa para esta revisão bibliográfica.

A norma ABNT NBR 15575-5:2013 Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de cobertura define telhado como o “elemento constituído pelos componentes telhas, peças complementares e acessórios [...]” (ABNT, 2013, p.8). Uma definição mais ampla é apresentada por Cardoso (2000, p.3), no qual o telhado é um “[...] revestimento descontínuo constituído de materiais capazes de prover estanqueidade a água de chuva, repousados ou fixados sobre estrutura leve.”

Reis e Souza (2007, p.4) acrescenta que “[...] telhado é uma parte da cobertura e nem todas as coberturas são formadas por telhados ou possuem telhas.” O telhado pode ser corretamente classificado como um subtipo de cobertura entre vários.

Sanadas as dúvidas acerca da diferença entre coberturas e telhados é possível passar para a classificação dos sistemas de cobertura, que poderá conter, naturalmente, o telhado.

Existem sistemas de cobertura das mais variadas formas e materiais, dessa maneira é primordial definir uma classificação que possa sistematizar de maneira eficiente os diferentes tipos.

É bastante comum classificar os sistemas de cobertura em função dos materiais componentes e subsistemas. Sob esta ótica há o estabelecimento de dois grupos de cobertura: as coberturas em telhados e as lajes de concreto impermeabilizadas (devem possuir caimento para drenagem de águas pluviais, em geral entre 0,5% e 5% de inclinação), é o proposto por Cardoso (2000) e Reis e Souza (2007). Esta classificação é bastante comum e de fato agrega a maioria das coberturas utilizadas no Brasil, porém, alguns sistemas ainda sim não são abarcados por ela. Assim julga-se que é mais coerente, separar as coberturas em função de sua forma, como se segue.

Este trabalho utilizará a classificação proposta por Picchi (1986) e de forma simplificada e menos sistematizada por Ambrozewicz (2015), que define que as coberturas podem ser planas, curvas (curvatura simples: cilíndricas, cônicas, conoidais, parabólicas, côncavas e curvatura duplas: cúpulas, convexas, côncava sobre plantas circulares ou elípticas, côncavo-convexas) e complexas (abóbodas irregulares, lonas e mantas tensionadas, entre outros). Na classificação das coberturas planas há o subgrupo das lajes horizontais e inclinadas impermeabilizadas (Figura 2) e o subgrupo dos telhados (Figura 3).

Figura 2 - Laje impermeabilizada



Fonte: <<http://modiko.pt/pt/sistema-modiko/conceito/>> (Acesso em: 05/06/2018)

Figura 3 - Telhados



Fonte: Reis e Souza (2007)

Picchi (1986) divide as coberturas inclinadas em três grupos, com base na norma francesa DTU nº43 (1975). O primeiro se refere as com inclinação entre 1% e 5%. O segundo grupo acima de 5% até 15% e o terceiro grupo superior, inclinação superior a 15%. A normativa ABNT NBR 9574:2008 Execução de Impermeabilização define a obrigatoriedade de uma inclinação mínima de 1% do substrato, em direção aos coletores de águas pluviais em lajes planas, assim Picchi (1986) conclui que há o mesmo comportamento de lajes com baixa inclinação (1% a 5%) em lajes horizontais, na tratativa de análises em que o caimento seja um interveniente.

As lajes impermeabilizadas possuem como estrutura de suporte ou resistente a própria laje. O subgrupo dos telhados pode ter como estrutura portante lajes de concreto, estruturas treliçadas, como as tesouras e, também, apresentar o telhamento diretamente sobre empenas, apoiadas na

alvenaria. Usualmente os materiais mais comuns para os componentes de tesouras e empenas são a madeira e o aço.

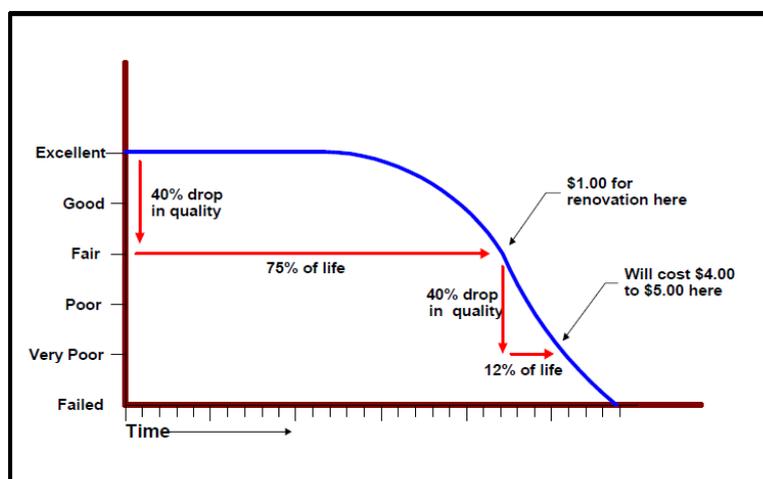
O escopo deste trabalho refere-se apenas as coberturas planas em que a estrutura de sustentação ou resistente sejam as lajes de concreto, dessa maneira tratar-se-á a partir de agora apenas dos elementos deste sistema, ou seja, lajes impermeabilizadas e telhados sobre lajes. Não se discorrerá novamente acerca das coberturas planas em telhados nas quais a sustentação sejam tesouras ou empenas, tampouco sobre as coberturas de formas curvas e complexas.

## 2.2 PATOLOGIAS DE COBERTURAS

### 2.2.1 CONSIDERAÇÕES ACERCA DO PADRÃO DE DETERIORAÇÃO DE COBERTURAS

Hodges (1999) em seus estudos acerca do ciclo de vida de coberturas afirma que as tensões impostas por ciclos de carregamento térmico, radiação ultravioleta, carregamentos decorrentes do vento, chuva, neve e tráfego, umidade, poluição e outros fatores que podem variar são responsáveis pela degradação destas estruturas. O mesmo autor relata que estes agentes atmosféricos são bastante variáveis entre regiões o que leva a cada cobertura possuir seu próprio padrão deterioração, inclusive, um mesmo sistema executado em locais diferentes apresentaria comportamentos diversos. Apesar do exposto, é possível confeccionar uma curva padrão de degradação de coberturas, como a proposta por Hodges (1999) - Figura 4:

Figura 4 - Curva de deterioração de coberturas proposta por Hodges

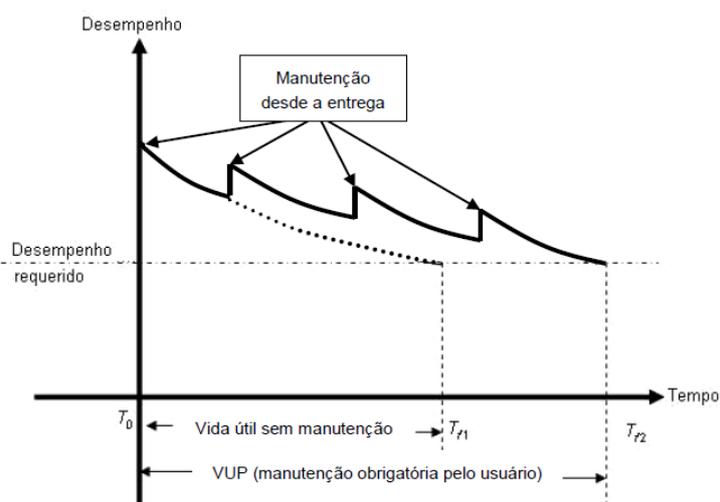


Fonte: Hodges (1999)

A análise da curva na imagem acima, permite dizer que as coberturas durante um tempo considerável após sua colocação em uso, apresentam condições excelentes e boas (em 75% da vida útil apenas 40% da qualidade é afetada), porém após atingir este patamar a degradação é bastante rápida, sendo necessário manutenções a custos relativamente baixos, ainda, para que se mantenham as condições. Caso estas manutenções não sejam executadas ao se atingir um nível de serviço ruim será necessário entre o quádruplo e quántuplo do valor inicial em manutenções.

A ABNT NBR 15575-1:2013 apresenta um gráfico geral de desempenho ao longo do tempo para elementos de edificações em geral, como apresentado pela Figura 5 a seguir:

Figura 5 - Desempenho ao longo do tempo ABNT NBR 15575-1

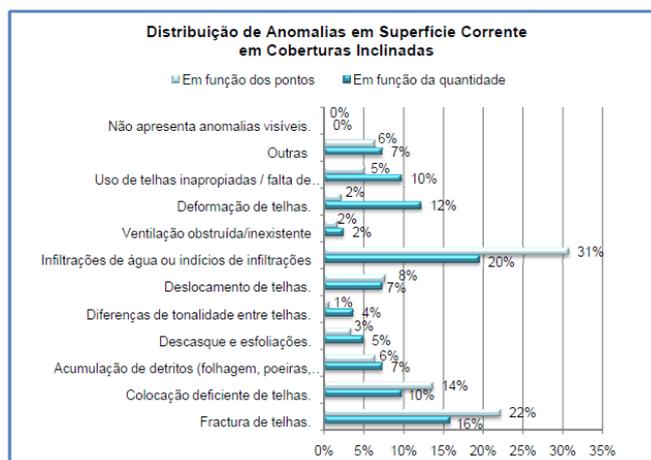


Fonte: ABNT (2013)

Verifica-se que o proposto pela referida norma apresenta um padrão diverso daquele demonstrado por Hodges (1999), porém há que se levar em consideração que este último realizou pesquisas específicas para este elemento de um edifício, enquanto que a ABNT NBR 15575-1:2013 uma proposta geral, além de que sob intervalos definidos de tempo para uma cobertura as duas propostas apesar de diversas representariam a mesma situação. Considerar também o foco dado na Figura 5 os ganhos complementares de desempenho após a realização de manutenções.

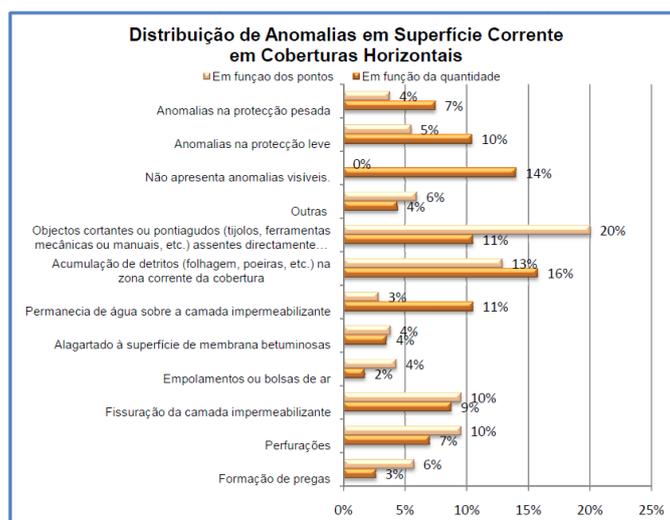


Figura 7 - Distribuição de anomalias encontradas em coberturas inclinadas (Telhados) em estudo feito em Portugal



Fonte: Rocha (2008)

Figura 8 - Distribuição de anomalias encontradas em coberturas horizontais (Lajes Impermeabilizadas) em estudo feito em Portugal



Fonte: Rocha (2008)

Percebe-se que defeitos advindos da umidade representam grande parte das patologias em coberturas, de acordo com esse levantamento.

Walter (2002, apud MORGADO, 2012) e Cruz e Aguiar (2009, apud MORGADO, 2012) perceberam que as impermeabilizações, se constituem no elemento mais afetado de coberturas impermeabilizadas, pelas ações atmosféricas, especialmente em virtude da temperatura e dos raios ultravioletas, responsáveis pela degradação acelerada destes componentes, que perderão

sua capacidade de impedir a passagem de fluídos e substâncias diluídas nestes, afetando o concreto e as armaduras da estrutura portante.

O calor é extremamente deletério para vários tipos de impermeabilizações, como as poliméricas de materiais termoplásticos, que não mantêm suas características desejáveis sob estas condições, e as betuminosas, que quando submetidas a temperaturas mais altas e praticáveis em certas épocas do ano, tem seus componentes volatilizados, gerando endurecimento, retração e fissuração, como explicam Trujillo (2002, apud MORGADO, 2012) e Dias (2008, apud MORGADO, 2012).

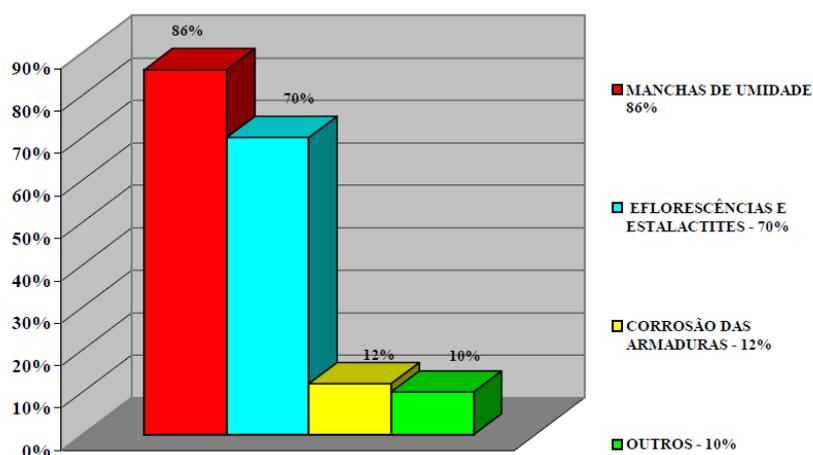
Além da degradação do subsistema de impermeabilização por fatores externos, há os defeitos de execução e projeto. Sendo que o principal problema é exatamente a falta de projeto de impermeabilização, já que apenas recentemente esta parte integrante e essencial dos documentos de execução de uma edificação começou a ser realizada no Brasil, porém ainda de maneira bem incipiente.

Escolha de materiais incompatíveis com o substrato e suas movimentações gerarão esforços não previstos que podem levar ao arrancamento (impermeabilizantes rígidos) ou rasgamento (impermeabilizantes flexíveis). Outra fonte de erro bastante comum é a não execução dos detalhes, como subir no mínimo 20 cm a impermeabilização sobre platibandas, se elas existirem. Há também situações em que as camadas de separação e proteção mecânica quando requeridas, são completamente relegadas, submetendo a impermeabilização *per si* a situações para as quais não tem capacidade de suporte, levando, como na escolha de material incompatível com o substrato, a falhas. A não preparação da base também pode levar a patologias nas impermeabilizações, pois no caso das rígidas a aderência será prejudicada e nas flexíveis o atrito de materiais pode levar ao rompimento. Perfurações sobre a cobertura, não raramente realizadas para fixação de algum objeto, naturalmente, são extremamente danosas e levarão a perda da função da impermeabilização localmente.

Em resumo, problemas na camada de impermeabilização, seja por ações externas (atmosféricas) ou defeitos inerentes de projeto e execução, permitem a passagem de água e substâncias diluídas nesta, ocasionando patologias inerentes a umidade, que se manifestarão em outros elementos e materiais, como no concreto e aço de lajes e vigas adjacentes ou nos revestimentos. Tal situação

foi identificada por Antonelli, Carasek e Cascudo (2002) em levantamento de edifícios em Goiânia-GO - Figura 9:

Figura 9 - Patologias decorrentes de falhas na impermeabilização em levantamento realizado em Goiânia



Fonte: Antonelli, Carasek e Cascudo (2002)

Naturalmente, lajes impermeabilizadas e telhados apresentarão manifestações patológicas em diferentes materiais e com diferentes padrões, porém percebe-se nos estudos e levantamentos dos autores aqui citados que os problemas relacionados a perda da estanqueidade, ou seja, as patologias de umidade são uma constante nas duas tipologias.

Nos telhados as patologias ocorrem primariamente por defeitos nas telhas. Estas ocorrências levam a perda de função do elemento que não poderá mais desempenhar os requisitos e exigências adequadamente, ocasionando manifestações patológicas de umidade em outros componentes, exatamente como as falhas na impermeabilização, ou seja, problemas na camada de impermeabilização de lajes e em telhados nos quais a estrutura portante seja de concreto leva a defeitos semelhantes, apesar das causas diversas.

Rocha (2008) listou alguns defeitos que causam as anomalias em telhados. Os relacionados a telhas são fraturas, mal aplicação, acumulação de matéria orgânica, descascamentos, deslocamentos, incapacidade de impedir a passagem de água (por alta porosidade), entre outros.

Em sistemas de cobertura em que a estrutura portante seja uma laje de concreto, outra grande manifestação patológica são as fissuras decorrentes da movimentação térmica da estrutura.

O ar atmosférico também é causa de problemas, especialmente se for poluído. Nessa classe de causas, uma patologia que merece destaque em coberturas é a carbonatação.

Diante do exposto até aqui, é possível teorizar quais as intercorrências mais comuns (não há intenção de listar e detalhar todas as manifestações patológicas) em coberturas em que a estrutura portante seja uma laje de concreto (impermeabilizada ou sob um telhado): fissuração de origem térmica, manchamentos, eflorescências e carbonatação, conforme discutido, geralmente causados por falhas e deterioração de impermeabilizações e telhados, porém é importante ressaltar que elas não constituem os únicos problemas que poderão ser identificados em uma cobertura, tampouco que sequer o serão, foram escolhidas apenas porque o autor desta monografia julgou-as mais relevantes com base em sua pesquisa bibliográfica.

### **2.3 INSPEÇÃO DE SISTEMAS DE COBERTURAS NO QUAL A ESTRUTURA PORTANTE SEJA UMA LAJE DE CONCRETO**

Sob o escopo deste capítulo há uma breve abordagem sobre a atual situação da inspeção de construções no país, bem como o que há no meio técnico acerca da vistoria de sistemas de coberturas.

#### **2.3.1 INSPEÇÃO DE OBRAS DE ENGENHARIA NO BRASIL**

O Brasil possui a nível normativo poucos textos e fontes que guiem a inspeção de estruturas em Engenharia Civil e Arquitetura. É comum que os próprios avaliadores implementem metodologias próprias, com base, principalmente, na experiência pregressa e pesquisas específicas acerca da construção objeto de inspeção.

Existe apenas uma norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT que versa especificamente sobre um procedimento de inspeção de estruturas, a ABNT NBR 9452:2016 Inspeção de Pontes, Viadutos e Passarelas de Concreto, apresentando requisitos a serem atendidos na inspeção dessas obras de arte, bem como deve ser a apresentação dos resultados obtidos.

A norma ABNT NBR 5674:2012 Manutenção de Edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção propõe procedimentos gerais que devem ser implementados para a garantia do desempenho de edificações acima de níveis mínimos, especialmente aqueles prescritos pela norma brasileira de desempenho de edificações, a já citada ABNT NBR 15575. Para tanto são necessários procedimentos de manutenção nos elementos das construções durante sua vida útil e anterior a esta fase é necessário inspeções para a avaliação e correta prescrição da manutenção necessária. Dessa maneira, a ABNT NBR 5674 cita em alguns itens ações e requisitos exigíveis em inspeções de edificações.

Outra instituição de referência no Brasil acerca de inspeção e avaliação de estruturas em Engenharia é o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – IBAPE. Este órgão sem fins lucrativos agrega engenheiros, arquitetos e agrônomos dedicados a inspeção, avaliação e manutenção de obras de engenharia no país. É dividido nas seções estaduais, sob a tutela do órgão nacional. Dentro do escopo em que age, o IBAPE São Paulo e o IBAPE Nacional, possuem normas específicas para a inspeção predial, sendo que desde 2012, o documento nacional é a referência para os profissionais associados ao instituto em todo o Brasil.

#### **2.3.1.1 ABNT NBR 5674:2012**

Sobre inspeção de edificações a ABNT NBR 5674:2012 trata do que deve ser apresentado num relatório de inspeção, bem como dos intervalos mínimos em que este procedimento deve ser realizado nos elementos da construção.

A norma define que as inspeções devem ser feitas sob um roteiro definido para os sistemas de uma edificação, levando em conta o padrão de degradação e as manifestações esperadas para cada elemento, além é claro das reclamações de usuários. O relatório deve descrever a degradação, definir, quando possível, a perda de desempenho, recomendar ações a serem tomadas pelos responsáveis pela edificação a fim de diminuir manutenções corretivas, ou seja, aquelas ocorrentes quando o dano já é perceptível. Deve finalizar apresentando prognósticos para os problemas encontrados.

A norma apresenta em seu Anexo A sugestões para os intervalos de inspeção dos sistemas específicos de um edifício. Com relação a coberturas e seu suporte, é prescrito o mostrado no Quadro 1:

Quadro 1 - Periodicidade de Inspeção de Sistemas de Cobertura e Estrutural prescritos pela ABNT NBR 5674:2012

Periodicidade	Sistema	Elemento/ componente	Atividade	Responsável
A cada ano	Sistema de Cobertura		Verificar integridade estrutural dos componentes, vedações, fixações e tratar, onde necessário	Equipe de manutenção local/ Empresa especializada
A cada ano	Estrutural	Laje, vigas e pilares	Verificar a integridade estrutural conforme ABNT NBR 15575	Empresa especializada

Fonte: ABNT - modificado, (2012)

Tanto para os sistemas de cobertura, quanto para a estrutura de suporte da qual esta monografia versa (lajes) a periodicidade anual, devendo ser realizado exclusivamente por empresa especializada no caso de elementos estruturais e por empresa especializada ou equipe de manutenção local nos elementos do sistema de cobertura que não tratem de sua estabilidade estrutural global (a norma não considera a estrutura portante como componente do Sistema de Cobertura, diferentemente desta monografia).

### **2.3.1.2 IBAPE – NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL NACIONAL**

A Norma de Inspeção Predial Nacional do IBAPE define procedimentos de inspeção de edificações com vistas ao que é requerido na ABNT NBR 5674 e na ABNT NBR 15575-1 sobre manutenção de edificações e requisitos gerais de desempenho de edificações habitacionais, respectivamente. Em resumo: o seguimento do documento do IBAPE automaticamente atende as referidas normas da ABNT.

O texto deixa claro que a atividade de inspeção de edificações é privativa dos profissionais associados aos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (CREAs) e Conselhos de Arquitetura e Urbanismo (CAUs), habilitados para tais atividades, ou seja, Engenheiros Civis e Arquitetos, para edificações.

O atendimento desta norma não exige o profissional do estudo e aplicação de legislações vigentes e relacionadas, como deixa bem claro o item 3.1 do texto do IBAPE. Trata-se de

códigos ambientais, de trânsito, defesa do consumidor, resoluções de entidades de classe, entre outros, além da Constituição Federal.

As inspeções realizadas sob a tutela desta norma devem ser classificadas em níveis 1, 2 e 3. O nível 1 refere-se a edificações simples e com baixa complexidade construtiva, com planos de manutenção simples ou inexistentes. Deve ser efetuada por pessoal habilitado em uma especialidade. O nível 2 deve ser aplicado a edificações com nível de complexidade médio, geralmente prédios com vários pavimentos, com ou sem planos de manutenção, porém com contratação de inspeção dedicada a elementos como bombas, portões e reservatórios de água. Deve ser efetuada por pessoal habilitado em uma ou mais especialidades. O nível 3 refere-se a construções com alto grau de complexidade, de padrões construtivos superiores e modernos, inclusive automatizados, normalmente são edifícios multipavimentos. Obrigatoriamente deve haver um plano de manutenção com base na ABNT NBR 5674. Profissionais com mais de uma habilitação participam das inspeções, que pode, inclusive, ser denominada Auditoria Técnica.

Determinado o nível de inspeção, devem ser levantados os documentos e projetos relacionados aos elementos, preferencialmente devem ser guardadas cópias. Posteriormente devem ser tomados junto a usuários, síndicos, proprietários e responsáveis técnicos pela concepção, construção e reformas, quando possível, por meio de entrevistas e questionários informações acerca da edificação, especialmente no que tange a percepção acerca de perdas de desempenho.

O próximo passo é listar todos os sistemas e elementos que devem ser vistoriados, por meio de uma sequência sistêmica e lógica que leve em consideração a relação entre os componentes.

Tendo posse do proposto anteriormente parte-se para a vistoria propriamente dita – fase de obtenção *in loco* das reais condições, anomalias e falhas que possam decorrer em manifestações patológicas. Este processo não possui indicações de procedimentos na normativa do IBAPE, portanto pode ser realizado a critério de cada inspetor, porém deve ser realizado de maneira a obter subsídios que possam preencher e caracterizar completamente todas as fases posteriores do trabalho de inspeção.

Após a realização da vistoria, as anomalias observadas devem ser classificadas em endógenas (origem na própria construção), exógena (origem por fatores externos e provocados por terceiros), naturais (origem pela ação de fatores da natureza) e funcionais (originária do padrão

de envelhecimento normal do elemento). As falhas podem ser de planejamento, execução, operacional ou gerencial.

As falhas e anomalias devem ser classificadas quanto ao grau de risco:

1-Crítica, quando pode atentar contra a saúde e segurança dos usuários e meio-ambiente. Geralmente já ocorreu perda excessiva de desempenho, com baixa vida útil restante. Os custos de manutenção e recuperação são altos.

2-Médio, quando houve perda parcial de desempenho e funcionalidade, sem influenciar excessivamente a operação da edificação.

3-Mínimo, quando houve pequeno prejuízo ao desempenho e funcionalidade, limitados a estética ou atividades programáveis e planejadas da edificação, sem comprometer o valor do imóvel.

Devem ser definidos as prioridades de tratamento das anomalias e falhas com base em metodologias definidas e apropriadas aos elementos, preferencialmente em ordem decrescente do grau de risco, de acordo com o item 13 da norma. Essas prioridades determinarão a necessidade de possíveis interdições, totais ou parciais da estrutura.

Deve ser realizada uma indicação de recomendações técnicas para os problemas, ou seja, como as anomalias e falhas podem ser corrigidas de forma a recuperar as exigências e requisitos mínimos de desempenho a que a estrutura deve seguir. É apenas uma indicação simples das medidas a serem tomadas, não é um projeto de recuperação (que pode estar prescrito nessas medidas), o qual se necessário, deve ser realizado por profissional habilitado.

Deve ser confeccionado, também, um relatório de avaliação da manutenção e uso da edificação, ou seja, se o prescrito por planos de manutenção, caso existam, são coerentes com as situações as quais a estrutura é posta.

Devem ser realizadas recomendações gerais de sustentabilidade da edificação, para que o uso racional de recursos naturais e a preservação da saúde, segurança e conforto dos usuários seja obtido, ou seja, é um elemento constante do relatório que vai além de uma simples definição e caracterização de patologias de uma edificação com posterior prognóstico, são recomendações que buscam aliar a isso medidas que possam favorecer a sustentabilidade, como explicitamente dito no item 16 na norma do IBAPE.

Ao final da execução e elaboração de todos os itens supracitados deve ser redigido um relatório final em forma de laudo.

### **2.3.2 CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS ACERCA DA INSPEÇÃO DE SISTEMAS DE COBERTURA**

Como é demonstrado pelas normas ABNT NBR 5674 e pela norma de Inspeção predial nacional do IBAPE os procedimentos de inspeção normatizados no Brasil são gerais e aplicáveis a qualquer dos sistemas componentes de um edifício. O roteiro de inspeção aplicado seja para a sistema de fechamento do edifício (alvenaria) ou sistemas de cobertura, por exemplo, são os mesmos, porém a vistoria deve ser diversa e levar em conta os elementos que caracterizam o sistema objeto da inspeção.

A vistoria específica de sistemas de cobertura encontra na literatura técnico-científica brasileira de engenharia e arquitetura pouco material, na literatura internacional um dos materiais obtidos que mais aproxima-se da realidade das coberturas correntes encontradas no Brasil, incluindo o objeto desta monografia, ou seja, as estruturas de cobertura em que a estrutura portante seja uma laje de concreto, há a metodologia proposta por João Nicolau Pires Lopes Veiga Morgado em sua dissertação de mestrado em Engenharia Civil: Plano de inspeção e manutenção de coberturas de edifícios correntes, de Julho de 2012 em Portugal e explanada no item 2.3.3, a seguir. O procedimento proposto por Morgado (2012) também traz uma metodologia para a quantificação da prioridade de intervenção ou tratamento, conforme requerido pelo item 13 da norma do IBAPE

### **2.3.3 VISTORIA DE COBERTURAS E CRITÉRIO PARA PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO, PROPOSTA POR MORGADO (2012)**

Morgado (2012) propõe um plano completo de inspeção de sistemas de cobertura, porém apresentaremos aqui uma pequena síntese a respeito, apenas, das partes referentes a vistoria, já que nas outras fases utilizaremos a proposta brasileira prescrita pela Norma de Inspeção Predial Nacional do IBAPE e caracterizado no item 2.3.1.2.

O autor utiliza em sua dissertação a classificação de “coberturas inclinadas” para denominar aquelas referentes as revestidas com telhados e “coberturas planas” as lajes impermeabilizadas. Notar que é uma denominação diversa daquela adotada por esta monografia no capítulo 2.1.2, porém isso não incorre em dificuldades adicionais de implementação do método. Atentar para algumas pequenas diferenças de palavras devido ao português de Portugal utilizado na dissertação.

### **2.3.3.1 CARACTERIZAÇÃO DE ELEMENTOS E METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DO CRITÉRIO PARA PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO**

Morgado (2012) prescreve que devem ser identificados *in loco* os elementos de uma cobertura sob a ótica de manutenção e inspeção chamados de elementos fontes de manutenção (EFM) para que possam ser registrados e sistematizados as patologias, causas e intervenções que possam vir a ser propostas. É equivalente a fase de listagem de sistemas e componentes, como requerido pela Norma de Inspeção Nacional do IBAPE. Os EFMs estão presentes no anexo A.

A cada EFM podem ser associadas anomalias conforme as possíveis para cada elemento. Observar anexo B para as manifestações possíveis.

Cada uma das anomalias identificadas possui 4 critérios para caracterizá-la. A agressividade do meio em que está disposta a cobertura, a extensão da anomalia (relativa a área da EFM), o nível de degradação do EFM e a severidade da anomalia. Cada um desses critérios possui uma pontuação para cada nível de degradação e um fator multiplicador para o mesmo. Observar Tabela 1 para estas informações:

Tabela 1 - Periodicidade de Inspeção de Sistemas de Cobertura e Estrutural prescritos pela ABNT NBR 5674:2012

Critério	Nível	Descrição	Pontuação	Factor multiplicativo
Agressividade do meio	Reduzido	Meio rural	1	1
	Médio	Meio urbano	2	
	Alto	Zona costeira	3	
Extensão da anomalia	Reduzido	≤ 20%	1	2
	Médio	21 a 70%	2	
	Alto	≥70%	3	
Nível de degradação do EFM	0	Sem degradação relevante	1	3
	1	Degradação superficial	2	
	2	Degradação moderada	3	
	3	Degradação acentuada	4	
Severidade da anomalia	A	Influência negativa no aspecto estético	1	4
	B	Aumento considerável dos encargos de posteriores acções de manutenção	2	
	C	Diminuição da durabilidade dos elementos	3	
	D	Funcionalidade do edifício afectada	4	
	E	Perigo para a segurança dos utentes	5	

Fonte: MORGADO (2012)

Cada manifestação deverá ter seu peso calculado conforme equação 6.1:

$$P_{anomalia} = 1 \times A + 2 \times E + 3 \times D + 4 \times S \quad (2)$$

Em que A corresponde a agressividade do meio, E a extensão da anomalia, D o nível de degradação e S a severidade, conforme valores da tabela presente na tabela 6.1.

Por fim para determinar o indicador de prioridade de intervenção, o  $P_{anomalia}$  deve ser ponderado com o valor correspondente a pior situação possível, conforme equação 2:

$$P_{intervenção} = \frac{P_{anomalia}}{Max(P_{anomalia})} \times 100 = \frac{1 \times A + 2 \times E + 3 \times D + 4 \times S}{41} \times 100 \quad (3)$$

O intervalo  $24\% \leq P_{intervenção} \leq 40\%$  corresponde ao nível 1 (ações sem urgência),  $40\% \leq P_{intervenção} \leq 60\%$  corresponde ao nível 2 (ações de médio prazo – 2 a 5 anos com necessidade de monitoramento),  $61\% \leq P_{intervenção} \leq 80\%$  corresponde ao nível 3 (ações a curto prazo – 1 a 2 anos) e  $P_{intervenção} \geq 80\%$  corresponde ao nível 4 (ações de prioridade imediata – 6 meses).

Os índices e o cálculo do indicador propostos para a definição do critério de prioridade de intervenção é baseado numa ampla pesquisa bibliográfica do autor do método. Esta monografia atenta-se apenas a aplicação direta do procedimento. Para informações acerca do desenvolvimento da metodologia, consultar Morgado (2009), em especial o item 4.3.3 do mesmo.

### **2.3.3.2 VISTORIA**

Morgado (2012) propõe que seja primeiramente preenchido uma folha com informações gerais da edificação (ver anexo C). Durante a primeira visita uma segunda folha com a caracterização da cobertura de acordo com a tipologia (cobertura plana ou inclinada pela classificação de Morgado (2009)) e elementos fontes de manutenção presentes (ver anexo D). Após o preenchimento dessas características preliminares e durante a mesma vistoria se houver tempo hábil ou em várias se não for possível devem ser preenchidos numa ficha de inspeção, as anomalias, as características de agressividade do meio, extensão do dano, nível de degradação e severidade da anomalia verificados em campo.

Em adição a esta ficha pode ser calculado o  $P_{ponderado}$  que é igual ao  $P_{anomalia}$ , e o  $P_{intervenção}$ , para a definição da prioridade de intervenção. O modelo desta ficha de inspeção proposta por Morgado (2012) pode ser visto no anexo E.

## **3 PLANO DE INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE COBERTURAS DO BLOCO C E F DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

A partir do exposto nesta Revisão Bibliográfica, que compõe este trabalho, propõe-se a implementação, para a obtenção do título de Engenheiro Civil, de uma inspeção e avaliação dos sistemas de cobertura dos Blocos C (Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - ENC) e F (Laboratório de Hidráulica e Estruturas) da Faculdade de Tecnologia – FT da Universidade de Brasília – UnB, identificação dos edifícios, destacados em vermelho, na Figura 10, a seguir:

Figura 10 - Situação dos Edifícios na Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília; - 15.763476° Latitude e -47.872465° Longitude



Fonte: Google Maps (Acesso em: 04/07/2018)

A inspeção e elaboração de laudo técnico deverá ocorrer conforme o requerido pela Norma de Inspeção Predial Nacional do IBAPE e exposto no capítulo de revisão bibliográfica 2.3.1.2, também em acordo com a norma ABNT NBR 5674:2012, sob os critérios de vistoria e definição de critério de prioridade de intervenção, proposto por Morgado (2012) e com aplicação explanada no capítulo de revisão bibliográfica 2.3.3. Indica-se para tanto, a adoção de um plano a ser dividido nas seguintes etapas:

Etapa 1 – Pesquisa, obtenção e análise dos projetos do sistema de cobertura e reformas, se houverem, mesmo que parcialmente, junto ao Centro de Planejamento Oscar Niemeyer da UnB - CEPLAN;

Etapa 2 – Entrevistas informais para obtenção da percepção acerca do desempenho e problemas relacionados aos sistemas de cobertura, junto aos usuários e gestores das edificações em que os elementos se localizam;

Etapa 3 – Vistoria Interna para a comprovação das percepções e problemas relatados pelos usuários e definição das zonas foco de vistoria externa dos sistemas de cobertura;

Etapa 4 – Vistoria externa/*in loco*/presencial nos sistemas de cobertura propriamente ditos para avaliação da situação corrente;

Etapa 6 – Elaboração de Relatório de Inspeção – na forma dos capítulos seguintes deste texto, agregando as etapas anteriores;

Etapa 7 – Apresentação do Relatório de Inspeção.

#### **4 BLOCOS C E F – FACULDADE DE TECNOLOGIA – UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

A Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília - FT é a unidade agregadora dos Departamentos de Engenharia Civil e Ambiental, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Engenharia Florestal, sendo responsável pelos cursos de graduação, pós-graduação, empresas júniores, programas de extensão e pesquisa correlatos.

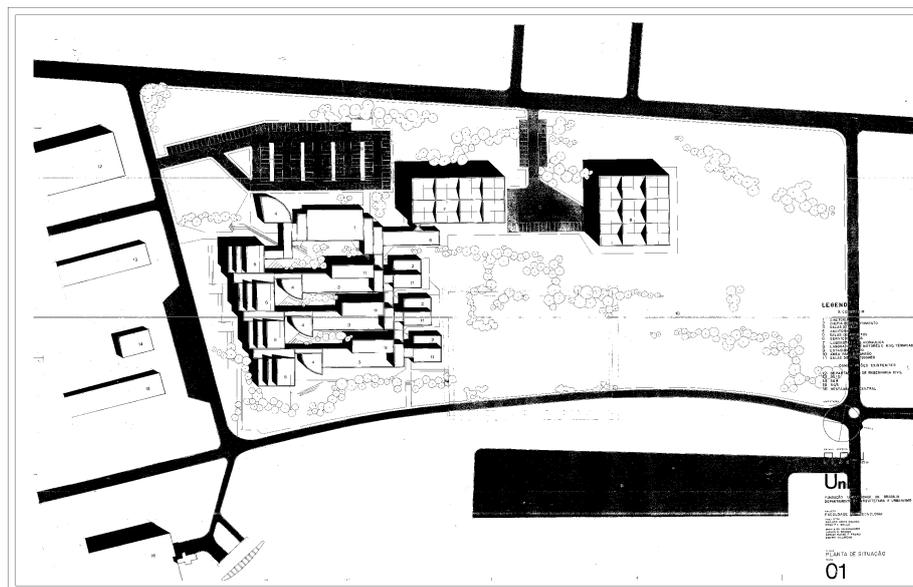
A FT foi instituída no ano de 1964, dois anos após a inauguração da universidade. À época da criação, contava com os cursos de Engenharia Civil, Elétrica e Mecânica, não havia edifícios próprios, compartilhando espaço físico com cursos de outras áreas. Apenas em 1974 o atual prédio da faculdade foi inaugurado, transferindo-se todas as atividades para a referida edificação, bem como aos prédios de Serviços Gerais – SGs 12, 11 e 9. A FT localiza-se no Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, às margens da via L3.

O projeto arquitetônico da Faculdade de Tecnologia foi realizado pelo então Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UnB, hoje o Centro de Planejamento Oscar Niemayer – CEPLAN, em 1973, de autoria dos arquitetos Adilson Costa Macedo e Erico P. S. Weidle, com a colaboração dos arquitetos Carlos E. Roscoe, Carlos Magno F Franci e Dimitri Villanova. O projeto estrutural foi feito em 1974 pela Construtora Loyo S.A. de Recife – PE, sob responsabilidade técnica dos engenheiros Paulo Roberto Coutinho Cordeiro, Wilson Reinaldo Brasil e Leonardo de Sousa Ximenes. O projeto original de instalações prediais de água, esgoto, elétrico e telefone esteve a cargo da empresa Acqualux Engenharia Ltda. Nos projetos fornecidos pelo CEPLAN para este trabalho não constam os nomes dos responsáveis técnicos pelos projetos de instalações, nem o local da empresa, apenas o número de registro do responsável, no então Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura da 12ª região, no Distrito

Federal. Ressalta-se que as instalações prediais sofreram grandes mudanças ao longo do tempo, especialmente a elétrica, guardando pouca similaridade com os projetos originais.

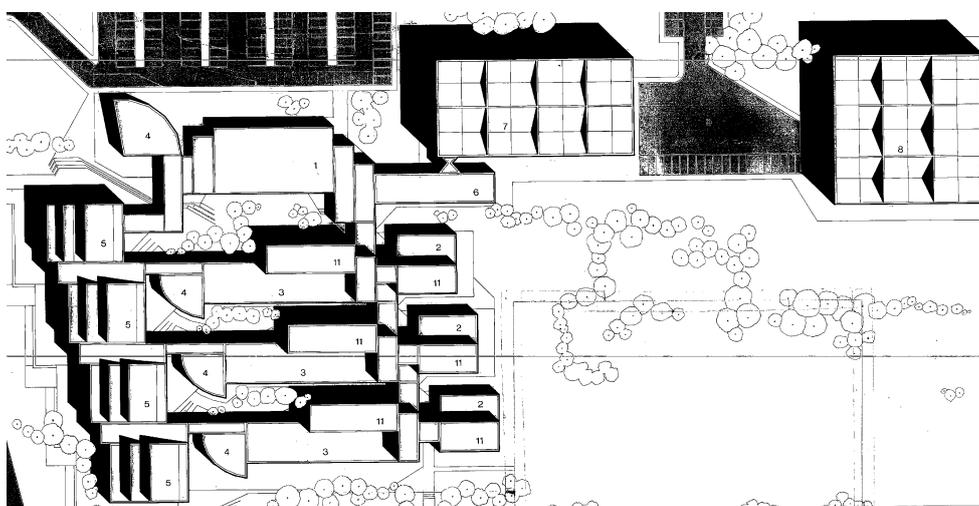
A Faculdade de Tecnologia possui 25.924m<sup>2</sup> de área construída (incluindo edifícios de Serviços Gerais – SGs, e edifícios mais distantes da sede como o Infralab), porém a sede da FT, em que se localizam os blocos C e F e ao qual foi tido acesso aos projetos possui 17.500m<sup>2</sup>, a seguir na Figura 11 a planta de situação original, concernentes a sede supracitada:

Figura 11 - Planta de Situação original FT



Fonte: CEPLAN (1973)

Figura 12 - Destaque na planta de situação para a área construída



Fonte: CEPLAN (1973) - modificado

O objeto deste trabalho são os sistemas de cobertura dos atuais blocos C e F, respectivamente o Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – ENC e o Laboratório de Hidráulica e Estruturas. Na Figura 12 anterior estes sistemas estão localizados nas divisões de número 2, 11, 3 e 4 centrais (ENC) e 7 (Laboratório de Hidráulica e Estruturas). Salienta-se, também, que nos projetos arquitetônicos e estruturais o bloco C é referido genericamente, junto aos atuais blocos A, B, D, e E, como bloco A, assim como o bloco F é referido como bloco B. Deste ponto em diante ao se referir as edificações, usar-se-á apenas a nomenclatura atual.

O bloco C é uma estrutura de concreto armado com tipologia tradicional (pilares, vigas e lajes maciças) e também laje nervurada, há módulos de único pavimento (5cm piso, 270cm pé-direito do piso acabado ao teto acabado e 60 cm para conter a estrutura da cobertura e instalações embutidas, totalizando 335cm de altura) módulos com dois pavimentos (mesma configuração dos módulos com pavimento térreo tanto no 1º, quanto no 2º andar, totalizando 670cm de altura) e um auditório com dimensões variáveis (altura mínima do pé direito igual a 270cm, crescendo linearmente até 470cm), fechamento em alvenaria de tijolos e sem acabamento – superestrutura com concreto aparente e alvenaria apenas com camada de verniz protetor.

O bloco F é, também, uma estrutura de concreto armado com tipologia tradicional (pilares, vigas e lajes maciças) e também contém paraboloides hiperbólicos de concreto armado na cobertura. Há pé-direito alto (mínimo 540cm, chegando a 955cm, estrutura possui 1000cm de altura total), fechamento em alvenaria de tijolos e sem acabamento – superestrutura com concreto aparente e alvenaria apenas com camada de verniz protetor.

As referidas estruturas estão em uma edificação com grau de complexidade médio, com instalações específicas, como elétrica de alta potência e bombas, não possuindo um plano de manutenção plenamente definido, sendo assim, dentro do exposto, trata-se de uma inspeção de nível 2, de acordo com a norma do IBAPE. Deve-se salientar, ainda, que há nas edificações equipamentos especiais, de média e alta complexidades, nos laboratórios, por exemplo, porém não se pode dizer que tais objetos se integram a dinâmica das edificações e por isso não se deve classificar a inspeção em nível 3 – para construções de alta complexidade e automatizadas.

Nos itens 4.1 e 4.2 deste capítulo será feita uma descrição qualitativa dos sistemas de cobertura, sem qualquer interesse em aspectos quantitativos, já que preliminarmente, para o conhecimento

e planejamento de vistoria de sistemas de coberturas, apenas os aspectos qualitativos bastam. Aspectos quantitativos são necessários em análises mais complexas.

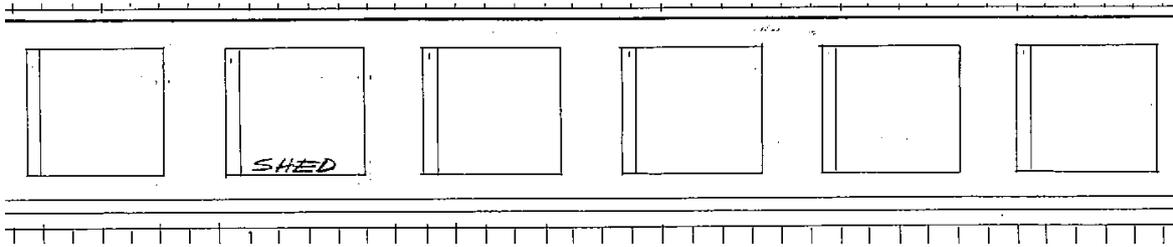
#### **4.1 DESCRIÇÃO QUALITATIVA DOS PROJETOS DO SISTEMA DE COBERTURA BLOCO C**

A estrutura portante é composta de lajes de concreto armado nervuradas impermeabilizadas nas zonas em que não há telhado e nas regiões em que há a presença deste elemento se faz uso de lajes nervurada protegido pelas telhas. Destaca-se que há contradição entre o projeto de arquitetura, que prescreve laje armada com tijolos cerâmicos, em consonância com o programa de necessidades fornecido, e o projeto estrutural que prescreve laje nervurada, este último foi o executado – porém não houveram alterações significativas decorrentes desta no projeto dos elementos do sistema de cobertura. Foi prescrito concreto com  $f_{ck}$  igual a  $150\text{kgf/cm}^2$  (aproximadamente  $15\text{MPa}$ ). Nas lajes foram utilizados aço das classes CA-50 e CA-60.

A estrutura de apoio ou complementar é formada por pontaletes de madeira ( $5''\times 8''$ ) apoiados na laje de tijolos formando linhas na direção longitudinal, constituindo o elemento de transferência direta de cargas entre o telhado e a laje. Sobre aqueles pontaletes são postos caibros de madeira ( $5''\times 8''$ ) que são responsáveis pelo caimento. Por entre os caibros supracitados são postos linhas de caibros de madeira ( $5''\times 6''$ ) coincidentes com as linhas de pontaletes, responsáveis por dar travamento e estabilidade lateral aos primeiros caibros. Não há uso de ripas. A Figura 17 e Figura 18 dão melhor ideia da disposição explanada.

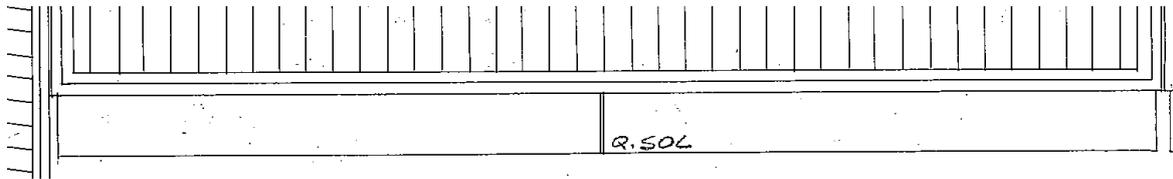
As zonas de laje impermeabilizada são os módulos com *shed* (Figura 13) para iluminação zenital, as soleiras (Figura 14) e a cobertura do hall de entrada do auditório (Figura 15). As plantas de cobertura fornecidas não especificam nenhum material para impermeabilização ou apresentam detalhes inerentes a este elemento para o bloco C, desta forma não é possível aferir a partir dos projetos o material utilizado, nem detalhes construtivos.

Figura 13 - Ampliação do Shed na planta de cobertura



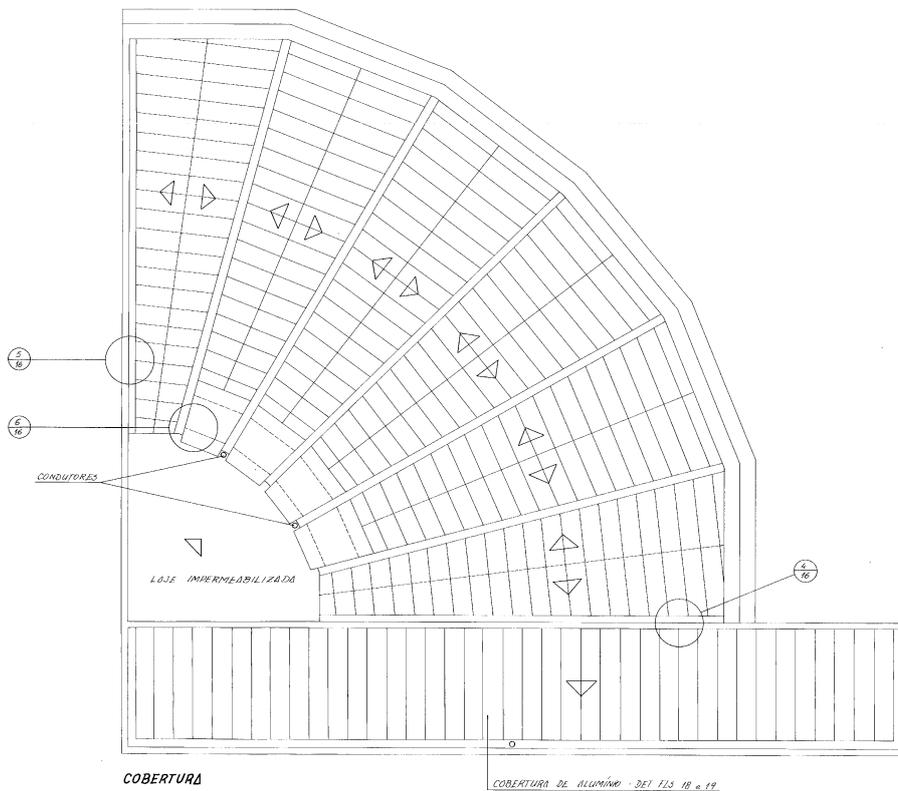
Fonte: CEPLAN (1973) - modificado

Figura 14 - Ampliação da Soleira na planta de cobertura



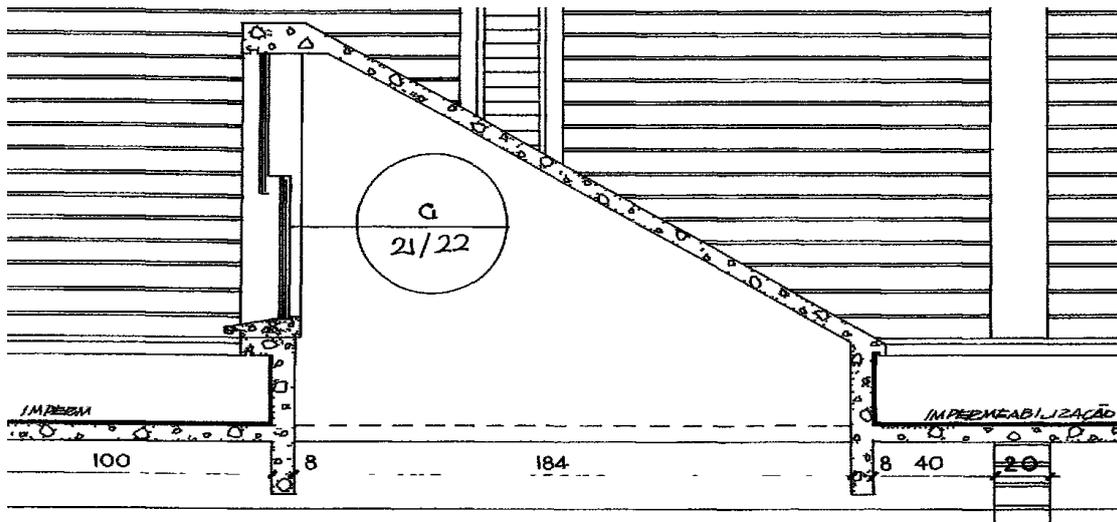
Fonte: CEPLAN (1973) - modificado

Figura 15 - Ampliação da planta de cobertura do auditório



Fonte: CEPLAN (1973) - modificado

Figura 16 - Corte do *shed* e zonas adjacentes

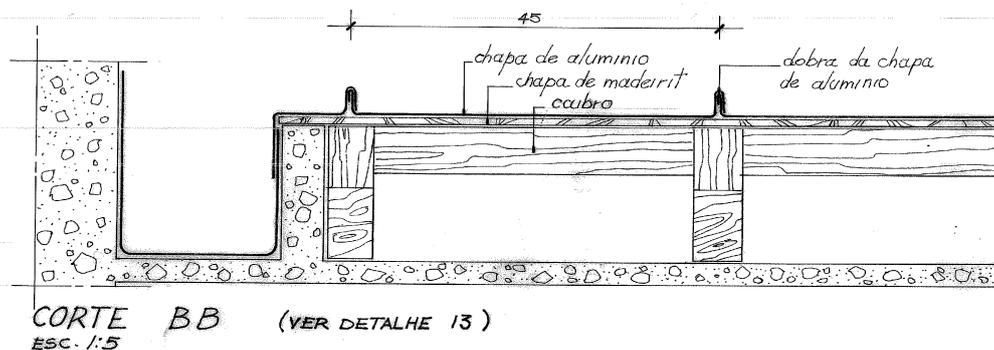


Fonte: CEPLAN (1973) - modificado

Com relação ao *shed* percebemos pelo corte acima que foi prescrito no projeto impermeabilização para a zonas adjacentes com lajes horizontais e os arremates, porém não há indícios do mesmo elemento nas lajes inclinadas.

O telhado é composto de chapas lisas de alumínio sobre placas de madeirite compensada em 2 águas na maioria dos módulos, há módulos com apenas 1 água. As chapas de alumínio são dobradas a cada 45cm coincidindo com pontaletes transversais (estas dobras são coincidentes com a linha de caibros 5"x8"). As dobras possuem 5cm e são os locais em que o telhado é fixado aos caibros com rebites a cada 50cm na direção longitudinal, a Figura 17 explicita melhor essa disposição. Em nenhuma das plantas de cobertura recebidas há indicação das inclinações, apenas da direção de caimento.

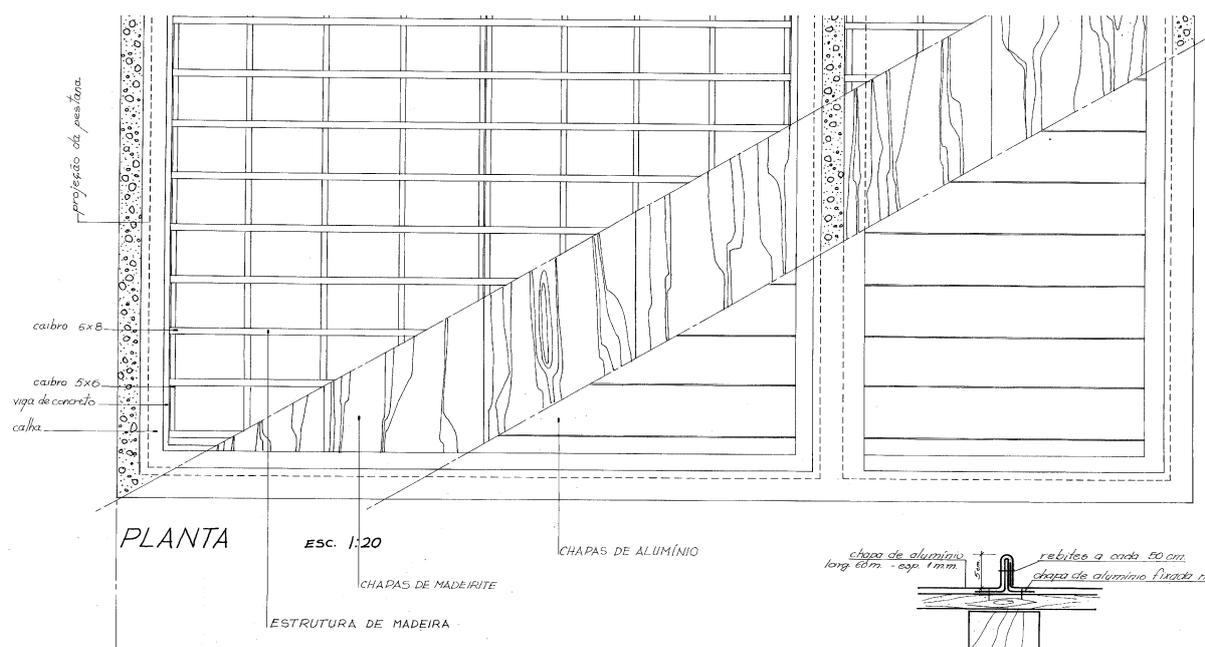
Figura 17 - Detalhe Telhado Bloco C



Fonte: CEPLAN (1973) - modificado

Os telhados transportam as águas pluviais até calhas perimetrais de seção retangular, construídas no próprio concreto e impermeabilizadas (como no caso das lajes não há indicação de material ou detalhes construtivos). Não há informações acerca de inclinações das calhas nos projetos recebidos. Há que se destacar ainda que não foi fornecido pelo CEPLAN, juntamente aos projetos de instalações prediais, um projeto específico de drenagem de águas pluviais predial, lembra-se que à época de construção dos referidos edifícios não era comum a confecção destes documentos em separado aos projetos de arquitetura. Funcionários da unidade relatam, ainda, que foram realizados mudanças e adições antigas e recentes, de elementos ao sistema de drenagem pluvial da cobertura, grande foco de anomalias. Não foi obtido projetos dessas alterações. A Figura 18 mostra a planta de cobertura com uma visão geral do telhado.

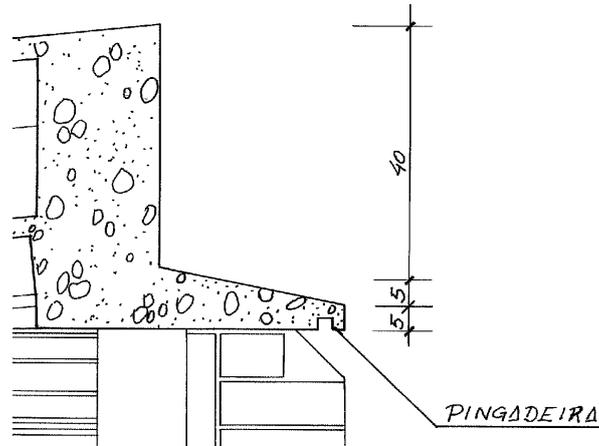
Figura 18 - Elementos do telhado e sua estrutura portante



Fonte: CEPLAN (1973) - modificado

Nas áreas em que há ambientes cobertos e abertos lateralmente (sem vedações verticais – alvenaria), como o corredor de salas de aula do ENC, é confeccionado na própria face inferior da viga de concreto elementos com a finalidade de impedir que a água escorra junto ao forro, são as pingadeiras. Nas soleiras e também nas vigas externas, mesmo que haja fechamento vertical, também existem pingadeiras para melhor disposição das águas que escoam. Estes elementos estão exemplificados num detalhe na figura seguinte:

Figura 19 – Exemplo de uma pingadeira no projeto original



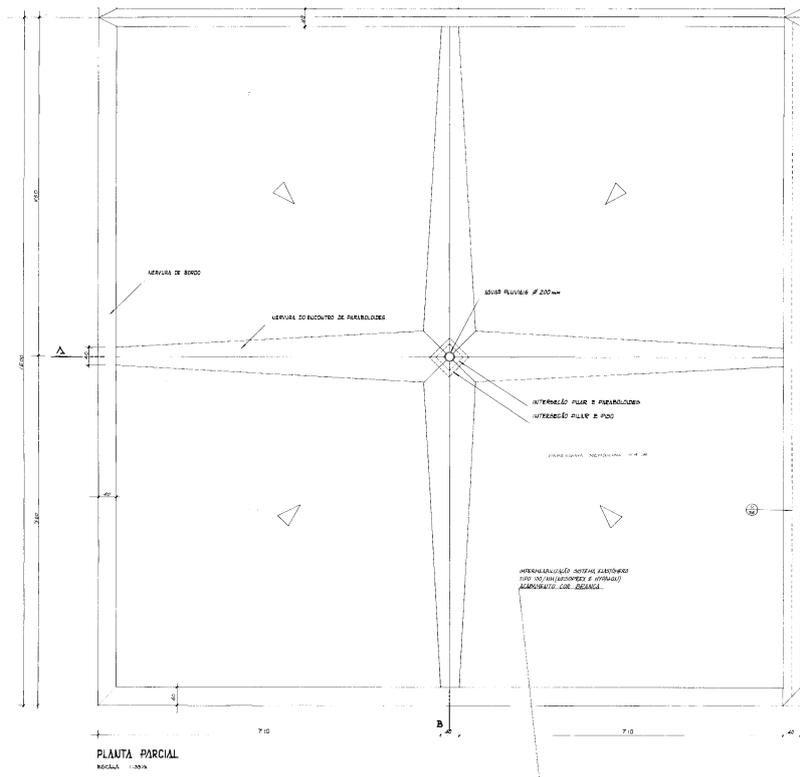
Fonte: CEPLAN (1973) – modificado

#### 4.2 DESCRIÇÃO QUALITATIVA DOS PROJETOS DO SISTEMA DE COBERTURA BLOCO F

A estrutura portante é composta por uma casca em forma de paraboloides hiperbólicos de concreto armado com apoios a cada 15 metros, tais paraboloides são formados por meio da associação de 4 superfícies *hypar* (Figura 20). Foi prescrito concreto com  $f_{ck}$  igual a  $150\text{kgf/cm}^2$  (aproximadamente  $15\text{MPa}$ ). Nas paraboloides foram utilizados aço das classes CA-50 e CA-60. Existem 8 paraboloides idênticos na disposição 4x2, na Figura 21 há um croqui em perspectiva para visualização desta disposição.

Verifica-se pelo croqui de disposição na Figura 21 que há dois tipos de *hypars* em um paraboloides, uma tipologia para o hemisfério esquerdo (mais alto) e outra para o hemisfério direito (mais baixo), inclusive há uma janela de ventilação no vão existente entre a parte mais baixa de um paraboloides e a mais alta do paraboloides adjacente a este. Ver Figura 22 para melhor entendimento.

Figura 20 - Um parabolóide formado por 4 superfícies *hypar*

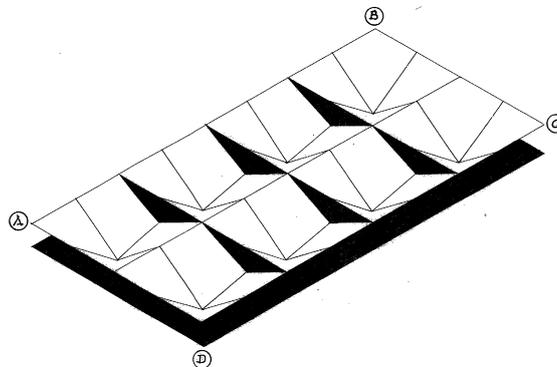


Fonte: CEPLAN (1973) - modificado

Figura 21 - Croqui com disposição dos *hypars* e perspectiva da cobertura

V	V <sub>1</sub>	V	V <sub>1</sub>	V	V <sub>1</sub>	V	V
V	V <sub>1</sub>	V	V <sub>1</sub>	V	V <sub>1</sub>	V	V
V	V <sub>1</sub>	V	V <sub>1</sub>	V	V <sub>1</sub>	V	V
V	V <sub>1</sub>	V	V <sub>1</sub>	V	V <sub>1</sub>	V	V

60,00 x 30,00  
 32 *hypar* | 20 V  
 | 12 V<sub>1</sub>  
 e ΔPÓLOS



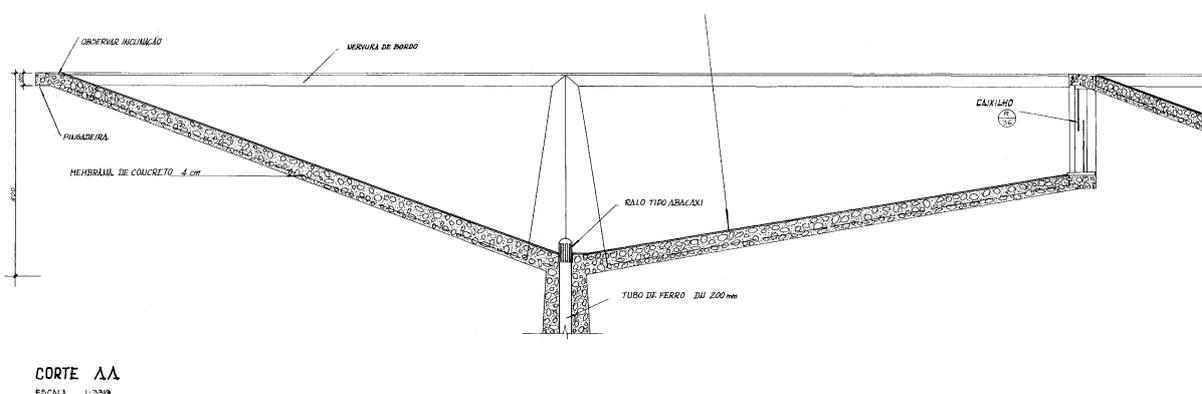
CROQUI PERSPECTIVO COBERTURA

Fonte: CEPLAN (1973) – modificado

Os paraboloides hiperbólicos são impermeabilizados e diferentemente das zonas com o mesmo tipo de proteção contra a água há a especificação de um material a usar no projeto arquitetônico, no caso uma impermeabilização polimérica de elastômero do tipo NSO/NH (Nesoprex) na cor branca, um antigo impermeabilizante de manta elastomérica da fabricante Isoterma Construções Técnicas Ltda (fechada atualmente segundo o Google Maps, inclusive não é encontrado numa simples pesquisa na internet nenhum produto ou serviço da empresa ainda em atividade no mercado). A marca Nesoprex está com seu registro extinto segundo o Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI. Sob o exposto não foi possível obter qualquer característica a mais do referido impermeabilizante.

Desde sua concavidade até a extremidade mais superior os paraboloides possuem 300cm de altura. Cada *hypar* possui inclinação em direção a concavidade ou centro, onde também se localizam os apoios. Neste local há a previsão de um ralo tipo abacaxi na extremidade de um tubo de queda de ferro de 200mm de diâmetro perpassante no centro do pilar, para a drenagem da água pluvial direcionada pela cobertura. No corte a seguir (Figura 22) o exposto é melhor visto:

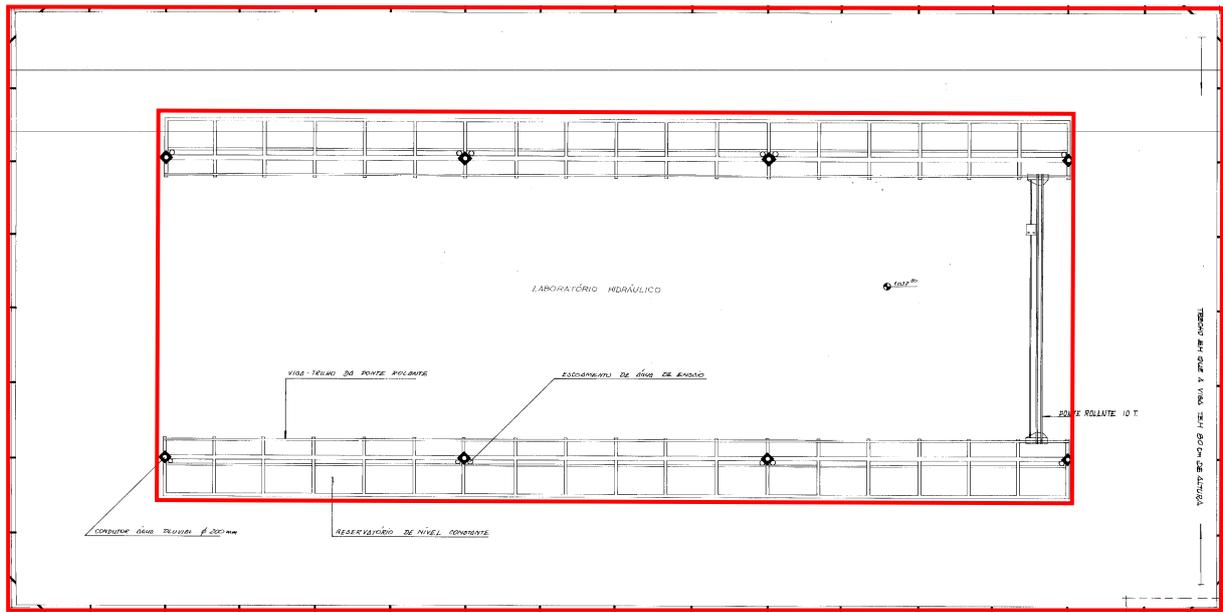
Figura 22 - Corte de um paraboloides na direção longitudinal da edificação



Fonte: CEPLAN (1973) – modificado

Há atualmente, em adição ao sistema de cobertura dos paraboloides, outro sistema de cobertura que margeia o Laboratório de Hidráulica e Estruturas, abaixo dos paraboloides em localização na planta original denominada estrutura de transição. Na Figura 23 a seguir uma visão desta planta e o espaço ocupado por esta cobertura, formada por telhas de aço galvanizado e estruturas metálica, acopladas a patamares de concreto e platibandas previstos originalmente.

Figura 23 - Planta da Estrutura de Transição, com área ocupada pelo telhado atualmente em destaque



Fonte: CEPLAN (1973) – modificado

Na imagem seguinte uma foto para melhor entendimento da disposição atual dos elementos:

Figura 24 - Disposição atual do telhado marginal ocupando o local denominado estrutura de transição nas plantas originais



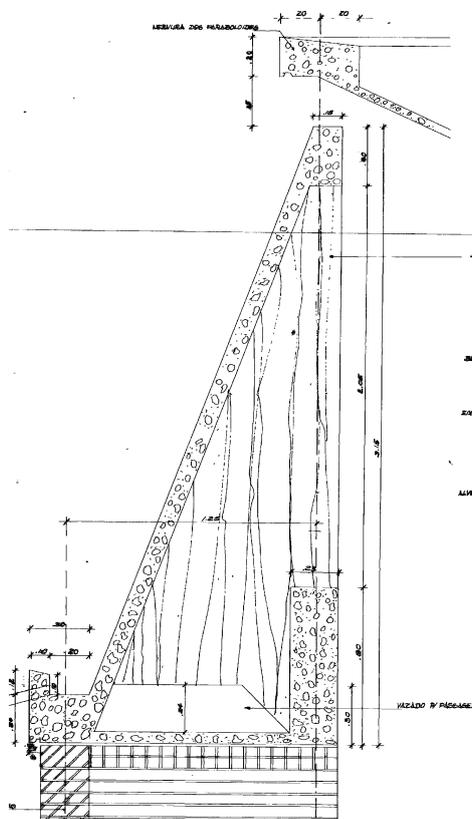
Fonte: Própria (22/11/2018)

Os vários módulos existentes no centro da planta na Figura 23 é uma estrutura chamada de reservatório de nível constante nos projetos e foi desenhado para ser utilizado em pesquisas, hoje não possui este uso e incorpora-se ao sistema de cobertura que margeia a edificação.

Salienta-se que não foi encontrado em nenhum projeto original este telhado, também não foi fornecido projetos de readequação ou reforma em que constasse tais elementos, assim não se sabe detalhes construtivos ou geométricos do sistema indicado na Figura 24 a partir da análise documental.

O projeto original não previa a existência desse telhado, haveria uma estrutura de concreto (Figura 25) apoiada nas vigas de borda do edifício que se estenderia até os paraboloides, provendo a proteção desempenhada pelo telhado instalado no presente momento.

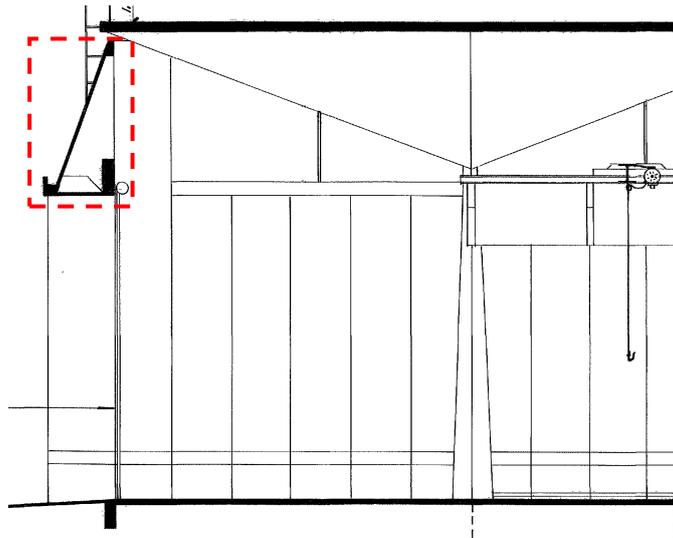
Figura 25 - Estrutura de fechamento originalmente prevista



Fonte: CEPLAN (1973) – modificado

O detalhe no corte mostrado na Figura 26 confirma a intenção do uso destes elementos.

Figura 26 - Corte demonstrando estrutura de fechamento; detalhe em destaque



Fonte: CEPLAN (1973) – modificado

Não se sabe se esta peça chegou a ser executada e foi retirada depois, ocorrendo a instalação do telhado ou se nunca chegou a feita, tampouco se sabe a idade da cobertura que margeia a edificação – as pessoas consultadas não sabiam precisar estas informações e tampouco os projetos fornecidos explicavam, como já citado.

Este sistema de cobertura não previsto nos projetos originais será chamado neste trabalho a partir deste ponto de “cobertura marginal”.

## **5 PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS ACERCA DO DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE COBERTURA DOS BLOCOS C E F**

Normalmente vistorias e inspeções para a constatação de problemas ou simples verificação do estado das estruturas de maneira geral, são realizados sob o cronograma de um plano de manutenção ou sob a falta deste, a partir de reclamações oriundas do desconforto funcional, estético, entre outros, das pessoas que frequentam a edificação. A norma do IBAPE, a guia deste trabalho, como posto no item 2.3.1.2 da revisão bibliográfica preza como fase preliminar de inspeção tomar junto a usuários e responsáveis pela construção informações e reclamações que tiverem do ambiente.

Esse conhecimento inicial, acerca da situação e problemas existentes é também grande orientador do trabalho posterior, servindo de guia para a constatação dos problemas e definição de áreas de foco nas vistorias.

Dessa maneira procurou-se obter com os alunos e funcionário da FT as queixas que possuíam acerca da cobertura dos blocos C e F. Destaca-se, antecipadamente, que todos os problemas relatados foram inerentes a estanqueidade da estrutura. No item 5.1 estão os fatos sobre o bloco C – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental e no item 5.2 sobre o bloco F – Laboratório de Hidráulica e Estruturas. Neste capítulo não será realizada nenhuma análise ou julgamento das reclamações, apenas uma reprodução das mesmas de maneira geral e sintética. É necessário destacar que essa consulta aos usuários foi feita de maneira informal e geral, não constituindo uma pesquisa técnica e personalista.

## **5.2 BLOCO C – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

Os alunos e funcionários do ENC demonstraram grande desconforto e preocupação relacionados ao sistema de cobertura durante o período chuvoso no Distrito Federal, que dura de setembro a abril.

As queixas concentram-se sobre infiltrações no corredor de sala de aula no ENC, sendo relatado goteiras pequenas a moderadas sob pequenas áreas do forro durante chuvas fracas e goteiras intensas em grandes áreas do forro durante chuvas médias e moderadas. É relatado, inclusive, que neste último caso, mesmo após a diminuição da precipitação ou sua parada, os vazamentos perduram por horas, diminuindo de intensidade até que cessem. Já foi necessário interditar as zonas de passagem sob estas infiltrações.

Outra reclamação é acerca do vertimento de água na parede do fundo da sala de aula CT 25/15, que segundo usuários vem do encontro entre a viga que sustenta a cobertura e a alvenaria. Na mesma sala foi relatado a mesma ocorrência, também, na parede lateral. Tais infiltrações, segundo alunos já chegaram a criar poças de grande extensão no ambiente, atrasando o início de aulas, até que fossem secas.

Por fim, no bloco C – ENC, há queixas acerca de goteiras dentro do Auditório do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, no centro da sala, também junto a vigas que sustentam a

cobertura. A ocorrência chega a formar poças em cadeira e no piso. Foi relatado preocupação pelo fato de as infiltrações se localizarem próximas aos condutos externos da rede elétrica, bem como as luminárias suspensas.

Foi pedido ao técnico Diego do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental as solicitações de ordem de serviço para reparos acerca da cobertura, recentes e ainda em aberto, elas estão reproduzidas no Quadro 2:

Quadro 2 - Ordens de Serviço em aberto sobre os sistemas de cobertura do bloco C - FT

Número	Assunto	Data da solicitação
215624	Infiltração no corredor das salas de aula	19/09/2018
217195	Infiltração na sala de aula 25/15	29/10/2018
217196	Infiltração no auditório do ENC	29/10/2018
217227	Infiltração no corredor das salas de aula	30/10/2018

Fonte: Técnico Diego – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental

Percebe-se no quadro acima que as ordens de serviço, coincidem exatamente com os problemas relatados pelos usuários, destacando-se a infiltração no corredor, que possui duas chamadas em aberto, número maior em consonância com a maioria das reclamações dos usuários, que foram direcionadas a esta ocorrência.

## 5.2 BLOCO F – LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA E ESTRUTURAS

O bloco F – Laboratório de Hidráulica e Estruturas da Faculdade de Tecnologia é um ambiente mais restrito, com um fluxo menor de alunos e funcionários, sendo assim, foi procurado para relatar problemas e ocorrências relacionadas ao sistema de cobertura o técnico de hidráulica Tenniel e os professores do Laboratório de Hidráulica Arthur Schleicher e Leonardo Zandonadi, tais conversas também foram informais, sem caráter técnico.

Novamente as questões relatadas foram acerca da estanqueidade da estrutura. Foi dito que a zona de cobertura que margeia o laboratório (denominado de estrutura de transição no projeto original) e possui menor altura que a cobertura central (paraboloides hiperbólicos de concreto

armado) apresenta em vários pontos infiltrações, bem sob o local em que é localizado o reservatório de nível constante (fora de uso atualmente).

Com relação a cobertura central (paraboloide hiperbólico em concreto armado) e que ocupa toda a edificação, foi dito que já houveram situações nas quais ocorreu extravasamentos de água pelos vitrais de ventilação, talvez pelo acúmulo de água pelo entupimento da drenagem de cada parábola.

## **6. VISTORIA INTERNA - CONSTATAÇÃO E VERIFICAÇÃO DE PROBLEMAS NO SISTEMA DE COBERTURA**

A partir do conhecimento das anomalias relatadas por usuários das construções e citadas no capítulo anterior deve ser feita, se possível a constatação e uma verificação dos problemas. Destaca-se que, pelo relatado serem infiltrações, aparentemente decorrentes da chuva, por se manifestarem apenas quando esta ocorre a sua constatação e verificação é possível, naturalmente, no período chuvoso, dessa maneira esta fase foi possível de ser realizada, durante a confecção deste trabalho, nos meses de outubro e novembro, de grande pluviosidade no Distrito Federal.

Essa constatação e verificação caracteriza-se como uma vistoria interna dos locais imediatamente abaixo da cobertura (forros, vigas e lajes aparentes, telhados aparentes) nos pontos problemáticos citados pelos usuários. Realiza-se uma análise dos mesmos, registrando em fotografias as anomalias e consequências decorrentes, visualizadas. Aproveita-se, também, durante estas visitas para uma vistoria superficial do teto nas adjacências dos pontos problemáticos citados definindo se não há outros problemas não vistos ou identificados ou que não causaram desconfortos aos usuários, portanto não foram citados.

Esta fase além de servir para a constatação de anomalias, é útil na definição de hipóteses preliminares das origens dos problemas que ocorrem e na escolha das zonas de foco da vistoria, ou seja, das áreas que serão de fato inspecionadas e analisadas mais detalhadamente na fase de vistoria externa do sistema de cobertura.

No item 6.1 são apresentadas as constatações e problemas inerentes ao sistema de cobertura no bloco C – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental e no item 6.2 o mesmo para o bloco F – Laboratório de Hidráulica e Estruturas.

Possíveis outros problemas nas coberturas que não estejam nas áreas em que foi expressado pelos usuários como focos de desconforto ou que não estejam ligados diretamente a este fato, como manifestações sem relação com infiltrações, podem não ter sido identificados neste trabalho, pela definição do contorno da pesquisa – problemas inerentes aos sistemas de cobertura expressados pelos frequentadores dos locais.

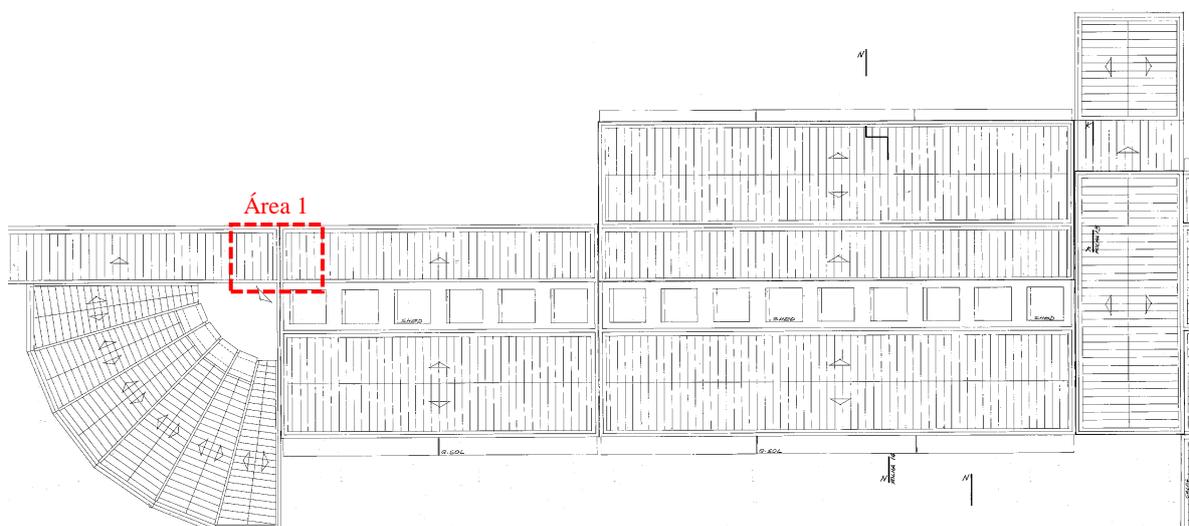
## 6.1 BLOCO C – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

### 6.1.1 CORREDOR DE SALAS DE AULA

O local analisado é o teto do corredor de passagem e acesso às salas de aula do departamento, onde a maior parte das reclamações dos usuários se concentrou, como dito no capítulo 6.

Em vistoria interna realizada no dia 30/10/2018 no período da manhã, após chuva na madrugada anterior percebeu-se goteiras no teto mesmo após várias horas em que a chuva havia cessado, a área em que tal manifestação ocorre será denominada área 1 (em destaque na Figura 27). A fotografia na Figura 28 ilustra a situação.

Figura 27 - Área 1; em destaque



Fonte: CEPLAN (1973) - modificado

Figura 28 - Goteiras no forro do teto do corredor – área 1; ocorrência em destaque



Fonte: Própria (30/10/2018)

Analisando as infiltrações na imagem anterior percebe-se que as goteiras são múltiplas e estão dispersas numa área ampla do teto, não se limitando a uma goteira pontual, como é o padrão. Há também manchas de umidade no local, bem como descascamentos do revestimento externo. Destaca-se, ainda a proximidade da luminária, representando riscos a rede elétrica. Adjacente ao problema explicitado na borda da estrutura da cobertura, tem-se a seguinte situação:

Figura 29 - Bolor, manchas de umidade e descascamentos do revestimento – área 1

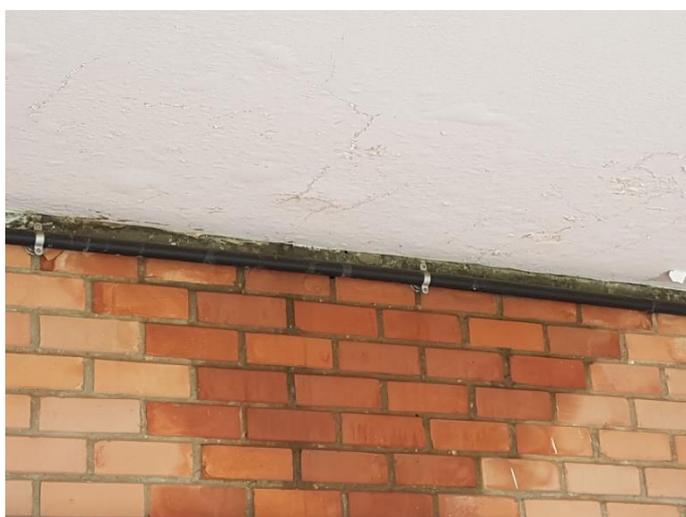


Fonte: Própria (30/10/2018)

Verifica-se situação com formação de bolor, descascamentos e manchas de umidade recentes, indicando que se trata de um ponto de manifestação de infiltrações como na situação anterior. Há proximidade com a rede elétrica e de dados.

No dia 01/11/2018 em outra visita, após chuva, foi constatado em outro local do corredor nova situação de gotejamento, esta nova zona de ocorrência de problemas será chamada de área 2 (em destaque, junto com área 3, na Figura 34 à frente).

Figura 30 - Goteiras múltiplas e escorrimento de água na alvenaria – área 2



Fonte: Própria (01/11/2018)

Figura 31 - Goteiras exibidas na Figura 30 em destaque – área 2



Fonte: Própria (01/11/2018)

Figura 32 - Área de goteira adjacente ao escoamento – área 2; área em destaque



Fonte: Própria (01/11/2018)

As situações ilustradas anteriormente são análogas as registradas em 30/10/2018 com a adição do escoamento de água de infiltração pela parede. Há proximidade com a rede elétrica, representando riscos. A seguir, na Figura 33 uma fotografia com visão ampla do problema:

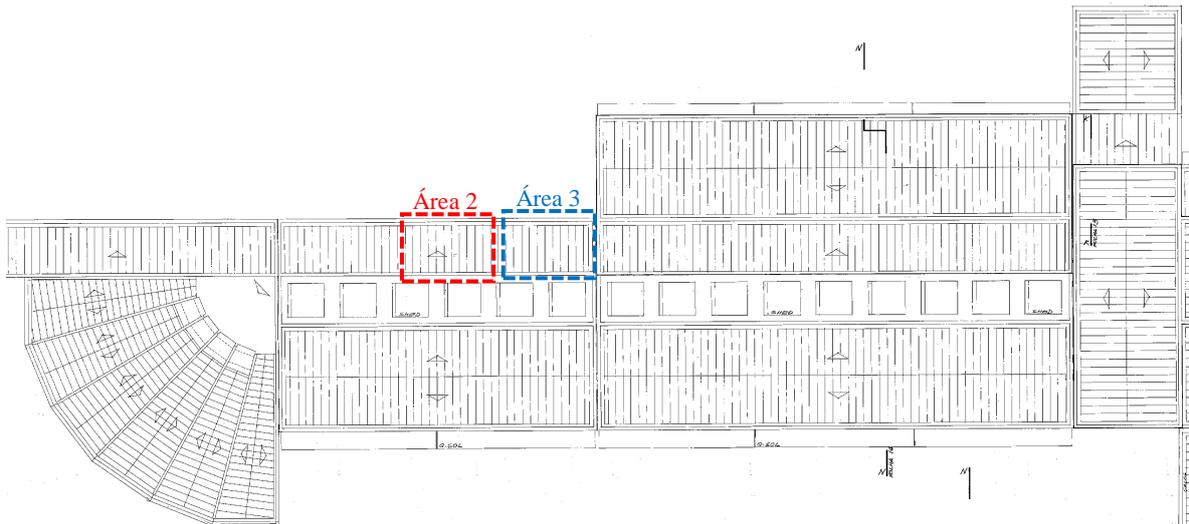
Figura 33 - Visão ampla do local com infiltrações – área 2



Fonte: Própria (01/11/2018)

Em local à esquerda da situação da área 2, há outra área de infiltrações, porém não com escoamento de água presente ou recente, mas apenas indícios dos mesmos, devido a coloração diversa do normal na alvenaria e característica de umidade. Haverá a denominação desta zona de área 3 (área 3 e 2 em destaque na Figura 34).

Figura 34 - Áreas 2 e 3; em destaque



Fonte: CEPLAN (1973) - modificado

Figura 35 - Goteiras e indícios de escoamento de água – área 3; goteiras em destaque



Fonte: Própria (01/11/2018)

Figura 36 - Visão ampla das situações de infiltração – área 3



Fonte: Própria (01/11/2018)

Em visita dia 13/10/2018 foi encontrado novamente goteiras na área 1, primeiramente verificadas em 30/10/2018, conforme imagem a seguir:

Figura 37 - Goteiras na área 1, em data diversa; goteiras em destaque



Fonte: Própria (13/11/2018)

Neste mesmo dia foi verificado novamente os problemas na área 3 (Figura 38):

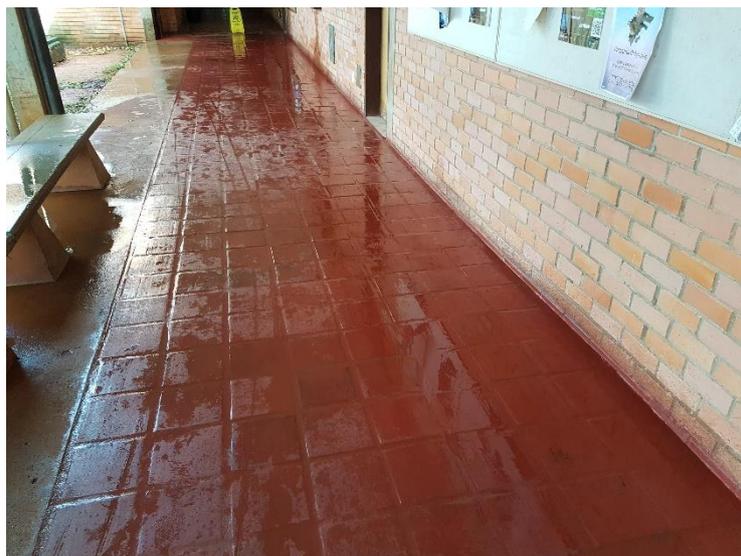
Figura 38 - Goteiras - área 3



Fonte: Própria (13/11/2018)

Todas essas goteiras no teto e escorrimentos pela alvenaria formam grandes poças causando transtornos aos transeuntes e funcionários dos serviços gerais, que tem de secar constantemente o local. Registro dos acúmulos de água na figura a seguir:

Figura 39 - Poças Provenientes das goteiras e escorrimentos na alvenaria



Fonte: Própria (13/11/2018)

Analisando todas as situações anteriores, percebe-se que as zonas de maior ocorrência de goteiras e escorrimentos é no teto, junto as interfaces viga-teto. A partir de tal fato, preliminarmente é possível adotar a hipótese de que pode haver algum problema na impermeabilização da cobertura na zona de encontro laje-viga, também ocupado pelas calhas de drenagem, somente poderá ser confirmado ou não tal situação na vistoria do sistema de cobertura. Outra hipótese que pode ser levantada é haver algum defeito no telhado e a água então infiltra em tal ponto e move-se até o encontro laje-viga no qual percola.

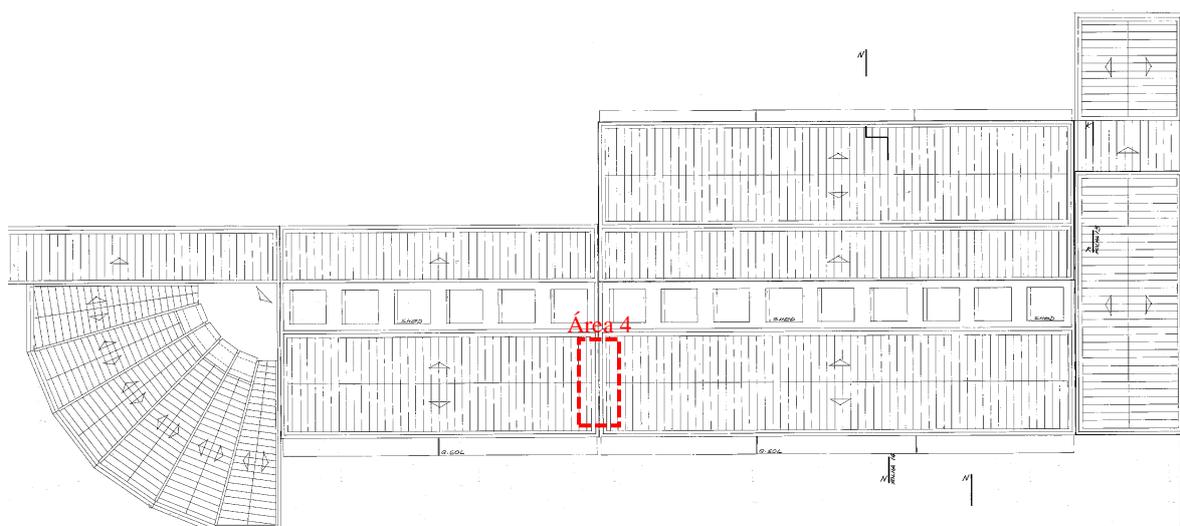
O escorrimento de água na alvenaria parece ser proveniente das goteiras no teto, que tem por ali caminho preferencial, porém se de fato houver algum tipo de anomalia na zona laje-viga, pode ser que parte dessa água venha, também, de infiltrações diretamente nestes locais.

Nos elementos de concreto aparente, próximos as goteiras, percebe-se variadas diferenças de coloração natural, não apenas do envelhecimento da estrutura, mas também da umidade, há algumas desagregações pequenas e eflorescências advindas do intenso contato com umidade. Visualmente não parece haver intercorrências na estabilidade estrutural advindas dos problemas citados, porém inspeções complementares com este fim devem ser feitas para atestar tal fato.

### **6.1.2 SALA DE AULA CT 25/15**

Como citado no capítulo 5, um grande gerador de reclamações no bloco C são infiltrações na sala de aula CT 25/15 do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Não foi possível visualizar tal ocorrência em nenhuma visita, como no caso do corredor de salas de aula, dessa maneira foi solicitado ao Técnico Diego da secretaria da unidade, as fotos que ele possuía de tais manifestações, para que a partir delas pudesse ser feito uma análise. As imagens fornecidas foram feitas na manhã do dia 29/10/2018, após noite chuvosa. O local em que os problemas são verificados será denominado de área 4 (em destaque na Figura 40). Na Figura 41, a manifestação de infiltração.

Figura 40 - Área 4; em destaque



Fonte: CEPLAN (1973) - modificado

Figura 41 - Poças de água devido ao escoamento de água na alvenaria



Fonte: Técnico Diego – Secretária ENC (29/10/2018)

Visualiza-se na foto apenas uma formação de acúmulos de líquido. Não é possível discernir na foto, mas segundo explicações do técnico há escoamentos de água junto ao encontro viga-teto, no fundo do ambiente, não há propriamente goteiras no teto.

Há manifestações, também, em outro local da sala, na lateral (Figura 42).

Figura 42 - Escorrimento de água na interface viga-alvenaria



Fonte: Técnico Diego – Secretária ENC (29/10/2018)

Na imagem acima percebe-se que há fluxo de água com origem na transição viga-alvenaria, não há nenhuma ocorrência na laje. É importante ressaltar que essa infiltração está exatamente junto ao escoamento da área 3 no corredor do ENC, assim sendo, na falta de indícios que demonstrem que o líquido vem do teto da sala ou qualquer outro local interno a esta, este segundo vazamento na sala CT 25/15 deve ocorrer pela percolação da água de escoamento entre a parede e a viga, na zona de aperto, da face externa – corredor para a face interna – sala de aula.

Os problemas no fundo da sala CT 25/15 (área 4 do bloco C), guardam grandes similaridades com os escoamentos e goteiras nas áreas 1, 2 e 3 do corredor do ENC, logo as mesmas hipóteses levantadas para esta situação no outro ambiente, se aplicam também nesta sala de aula.

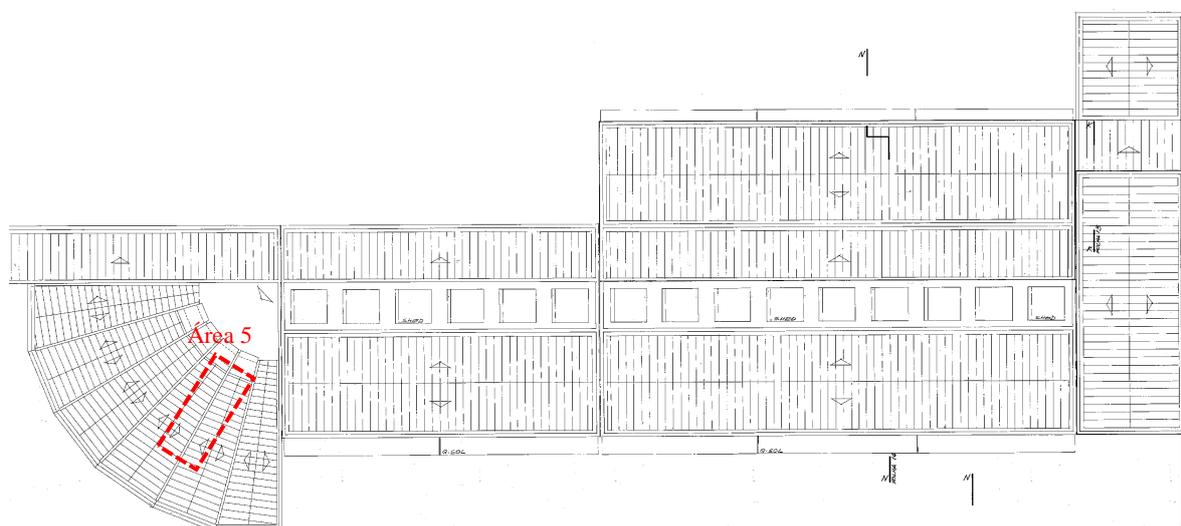
Devido a impossibilidade e insuficiência de imagens para explicitar os problemas na cobertura da sala de aula, bem como a intermitência das infiltrações quando comparadas ao do corredor e do auditório – mesmo com chuvas anteriores as datas de visita (dias 30/10, 01/11 e 13/11) não

foram verificadas as infiltrações registradas no dia 29/11/2018 pelo técnico Diego, portanto os problemas e hipóteses levantadas devem ser vistos com maiores cuidados e ressalvas.

### 6.1.3 AUDITÓRIO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

Outro local em que foi expressado situações de desconforto relacionado a perda de desempenho de estanqueidade da cobertura foi o auditório do ENC. A zona em que problemas foram encontrados será denominada área 5 (em destaque na Figura 43).

Figura 43 - Área 5; em destaque



Fonte: CEPLAN (1973) - modificado

Foi realizado uma vistoria interna do auditório no dia 13/11/2018 para verificação de problemas de infiltrações relatados. Na noite anterior havia chovido grandes volume. Foi possível constatar junto a uma viga do teto do auditório marcas de goteiras recém-secas, inclusive com as poças provenientes ainda no piso. A imagem a seguir ilustra tais manchas que indicam o caminho da água:

Figura 44 - Manchas indicando o caminho de goteiras recém-secas; manchas em destaque



Fonte: Própria (13/11/2018)

Na Figura 45 seguinte, ampliação da saída de água no teto:

Figura 45 - Destaque na saída de água no teto



Fonte: Própria (13/11/2018)

Verifica-se descascamento no acabamento do teto, por onde água passou, constata-se também manchas brancas nas linhas de fluxo de água, não por eflorescência neste local, pois elas não

possuem esta característica – estão localizadas apenas por onde a água passou e manchas de eflorescência apresentam-se espalhadas em padrões geralmente disformes. Assim aqueles manchamentos devem ser advindos de material carregado pela água na sua passagem, como o pigmento do teto.

A Figura 46 mostra manchas de umidade no teto, próximo a saída de água junto a viga:

Figura 46 - Manchas de umidade no teto em destaque



Fonte: Própria (13/11/2018)

Novamente, como no caso do corredor e da sala de aula, existe a manifestação de infiltrações no encontro viga-teto, trazendo as mesmas hipóteses de causa, que podem ou não ser verdadeiras.

Os problemas visualizados no auditório trazem grandes transtornos aos alunos e professores, como a inutilização temporária de algumas cadeiras (Figura 47) e a formação de poças de água (Figura 48).

Figura 47 - Cadeira com acúmulo de água



Fonte: Própria (13/11/2018)

Figura 48 - Poças de água formadas pela goteira



Fonte: Própria (13/11/2018)

As goteiras nesta região aparentam ser de longa data, pois foi registrado marcas antigas no piso, que aparentam vir de água de chuva:

Figura 49 - Possível marca antiga de goteiras



Fonte: Própria (13/11/2018)

## **6.2 BLOCO F – LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA E ESTRUTURAS**

O Bloco F – Laboratório de Hidráulica e Estruturas possui dois sistemas de cobertura atualmente, como dito no capítulo 4.2, os paraboloides de concreto (região destacada em vermelho na figura seguinte) e a cobertura marginal (região destacada em azul na figura seguinte – apenas a parte leste visualizada na imagem). Ambas foram vistoriadas internamente em separado, pois são sistemas independentes.

Figura 50 - Sistemas de cobertura do Bloco F, vistos separadamente; paraboloides de concreto destacados em vermelho, cobertura marginal em azul.



Fonte: Própria (22/11/2018)

### 6.2.1 COBERTURA MARGINAL DO LABORATÓRIO

Essa estrutura é a mais baixa e denominada zona de transição no projeto de arquitetura original.

Foi realizada uma visita para a constatação de problemas no dia 20/11/2018. No teto sob os reservatórios de nível constante e fora de uso, que atualmente compõem arbitrariamente o sistema de cobertura (no projeto original não era essa sua função e não foi realizada qualquer adequação para tal). Foi verificada várias manifestações tradicionais de umidade como manchas e eflorescências. As figuras seguintes mostram esses problemas:

Figura 51 - Manchas de umidade e de eflorescências; eflorescências em destaque



Fonte: Própria (20/11/2018)

Figura 52 - Manchas de umidade e de eflorescências 2; eflorescências em destaque



Fonte: Própria (20/11/2018)

Perceber que as manchas de umidade se estendem por quase todo o elemento e caracterizam-se pela cor mais escura, em relação a concreto que não apresente nenhuma intercorrência superficial. Há também bastante bolor nos cantos e quinas dos elementos.

Foi colocado neste trabalho apenas poucos exemplos da estrutura nesta vistoria interna, pois eles são bastante representativos das condições de toda a extensão em sua parte de concreto, no caso os reservatórios de nível constante desativados. Os problemas relatados repetem-se por todo local. Apesar disso, visualmente não foram encontrados internamente, indícios de comprometimento estrutural decorrente, naturalmente análises e inspeções complementares com esse fim específico devem ser feitas para atestar este fato.

Na zona da cobertura marginal adjacente àqueles elementos de concreto há a presença de um telhado de alumínio, como dito no capítulo 4.2, não foi encontrado este elemento nos projetos originais, mas sim uma estrutura de fechamento em peças de concreto e também não se localizou projetos de readequação que contemplasse o telhado. Este apresenta boa aparência e integridade em toda a extensão do laboratório, inclusive nas peças metálicas de fixação, está apenas moderadamente sujo, em todo ambiente, como demonstra a próxima imagem:

Figura 53 - Telhado de alumínio com sujidades impregnadas



Fonte: Própria (20/11/2018)

## 6.2.2 PARABOLOIDES HIPERBÓLICOS DE CONCRETO ARMADO

Na visita realizada dia 20/11/2018 não foi possível verificar a situação citada de transbordamento nos paraboloides causando vazamentos de água para dentro do laboratório, durante fortes chuvas. Numa análise visual das referidas cascas foram encontrados vários pontos de manifestações patológicas.

Foi visto por toda a extensão manchas brancas características de eflorescências (Figura 54):

Figura 54 - Extensão do paraboide armada completamente esbranquiçado de eflorescências



Fonte: Própria (20/11/2018)

Há também diversas ocorrências de bolor, principalmente nas juntas entre diferentes paraboloides e nas quinas dos *hypars* mais baixos e que não tem continuidade com outras cascas. Exemplo desta manifestação é indicada na Figura 55:

Figura 55 - Bolor em destaque

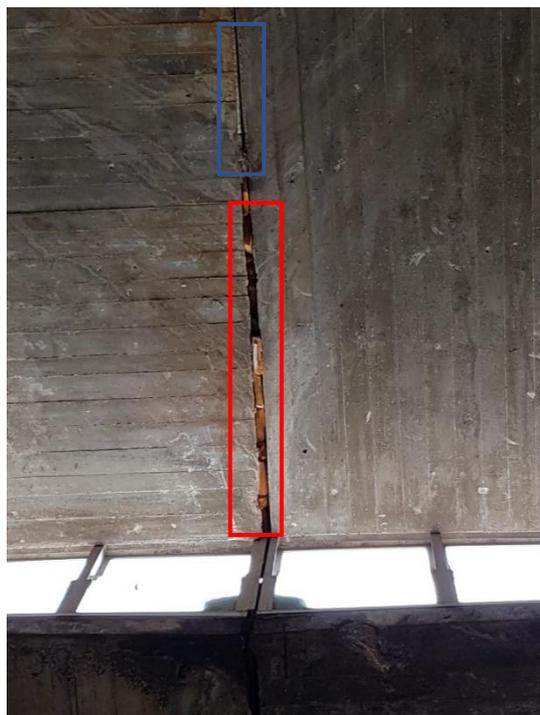


Fonte: Própria (20/11/2018)

Em nenhuma das juntas entre paraboloides foi verificado a existência do selante (perdeu-se com o tempo e não deve ter recebido substituições), apenas um material de enchimento das juntas estava presente em alguns pontos, tal elemento aparenta serem esponjas ao invés de peças corretas de enchimento. Salienta-se que tal situação é extremamente propícia a danos a estanqueidade da cobertura, além dos problemas estruturais que podem advir.

Foi também identificado movimentações excessivas entre todos os paraboloides, tanto é que foram vistas em magnitude considerável, mesmo sob distância (fotos retiradas há mais de 8 metros de distância), pelo espaço excessivo que se formou entre juntas, como mostrado na Figura 56, em rápida observação, o pior caso.

Figura 56 – Espessura não uniforme de junta indicando movimentação; azul - zona de junta com espessura normal, vermelho – zona com espessura de junta excessiva



Fonte: Própria (20/11/2018)

O grande espaço mostrado na imagem anterior é bastante sujeito a passagem de água da chuva, afetando grandemente a capacidade estanque da cobertura. O que foi constatado por grande poça imediatamente abaixo da ocorrência, constituindo um indício. Aparentemente foram postas esponjas no espaço, talvez com a função de amortecer a queda de água que por ali pode passar. A seguir indicação num esquema da cobertura do local em que ocorre:

Figura 57 - Indicação da zona de movimentação; em destaque



Fonte: CEPLAN (1973) - modificado

Foi identificado na área junto das arestas, próximo ao vértice de um dos paraboloides, intensa e preocupante desagregação de concreto, chegando a expor a armadura (Figura 58):

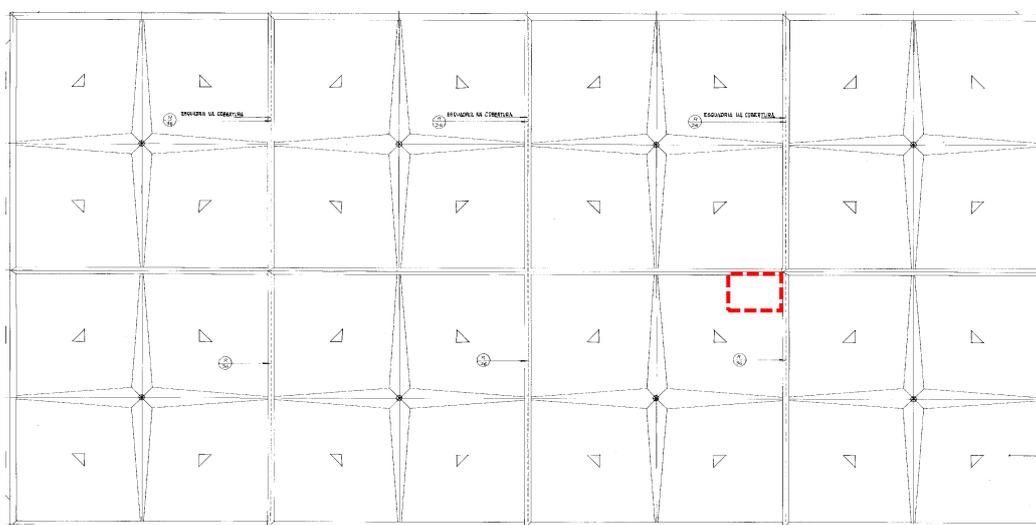
Figura 58 - Desagregação de concreto no parabolóide expondo armadura; destaque na zona corroída



Fonte: Própria (20/11/2018)

Há ainda bastante bolor e certa eflorescência no local. Tal situação apesar de pequena extensão, é grave no nível local, do referido parabolóide, podendo ter consequências na estabilidade estrutural do elemento, devendo haver inspeções e análises complementares para defini-las e quantifica-las. Num esquema da cobertura a localização desta desagregação de concreto e exposição da armadura é:

Figura 59 - Indicação do local de desagregação e exposição da armadura; em destaque



Fonte: CEPLAN (1973) – modificado

## 7 VISTORIA EXTERNA – VISTORIA DOS SISTEMAS DE COBERTURA

Para a vistoria externa foi utilizado como metodologia, visita *in loco* conforme os locais requeridos (considerações de metodologia presentes no capítulo 2.3.2 e 2.3.3 de revisão bibliográfica) e inicialmente, filmagens externas, por meio de VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), da cobertura da Faculdade de Tecnologia, realizada pelo professor Lenildo Santos da Silva, do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

As gravações aéreas foram realizadas em 01/09/2017 no período da manhã e apesar de estarem em 4K (4096 pixels X 2160 pixels), não foram realizadas com o fim de vistoria de estruturas, estão à distância considerável da cobertura (não foi possível determinar qual) e não é possível visualizar detalhes como remates, partes cobertas e pequenos danos, sendo assim utilizou-se o VANT apenas com fim de auxiliar a vistoria *in loco* para a determinação da disposição e localização de elementos, ainda com cautela, já que o vídeo foi registrado mais de 1 ano antes da vistoria presencial (realizada em 22/11/2018) e alterações poderiam ter ocorrido.

Por limitações relacionados a segurança e acessibilidade não foi possível realizar a vistoria de todo o sistema de cobertura do bloco C, dessa maneira, naturalmente foi escolhido para visita *in loco* as áreas em que problemas foram registrados e suas imediações, ou seja, as áreas de foco determinadas no capítulo anterior. Na Figura 60 seguinte a zona objeto de visita presencial:

Figura 60 - Zona de vistoria externa (em destaque) do sistema de cobertura do bloco C - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental

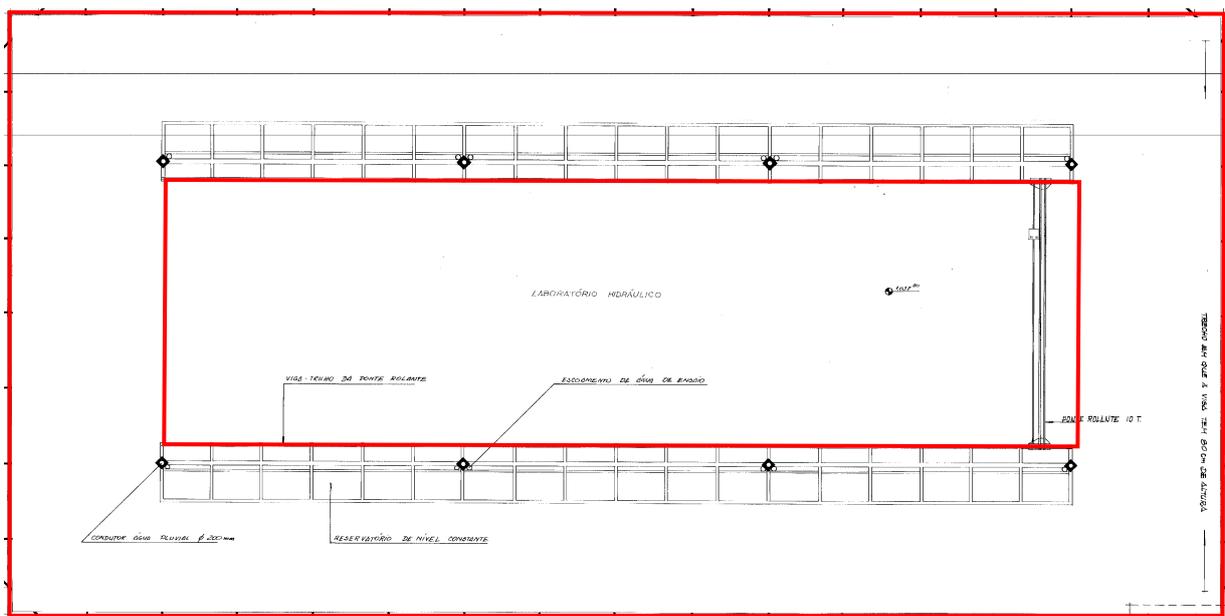


Fonte: CEPLAN (1973) – modificado

A área a ser vistoriada é composta pela cobertura sobre duas salas de aula, o auditório e parte do corredor – o que dá acesso a estes ambientes, localizados unicamente no térreo do bloco C. Possíveis problemas e manifestações em outras áreas do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental não serão passíveis de inspeções e análises neste trabalho.

Da mesma maneira que no bloco C, a cobertura do bloco F – Laboratório de Hidráulica e Estruturas, por limitações de segurança e acessibilidade não foi passível de ser completamente vistoriada. Apenas a cobertura marginal foi objeto da vistoria *in loco* (Figura 61). Os paraboloides possuem acesso bastante complicado, requerendo inclusive pessoal treinado para tal e apesar destas estruturas serem também foco de problemas não foi possível determinar de forma detalhada os mesmos com a visita presencial, assim sendo, as avaliações inerentes a este sistema de cobertura serão as hipóteses levantadas no capítulo 6.2.2 desta monografia.

Figura 61 - Zona de vistoria externa (em destaque) do sistema de cobertura do bloco F – Laboratório de Hidráulica e Estruturas



Fonte: CEPLAN (1973) – modificado

O subcapítulo 7.1 apresenta a vistoria da área foco do sistema de cobertura do bloco C e o capítulo 7.2 apresenta a vistoria do bloco F, identificando e caracterizando a cobertura de acordo com tabela presente nos Anexos C e D, realiza-se uma caracterização geral da situação encontrada na inspeção, com auxílio de fotografias e esquemas, relacionando-se as anomalias encontradas. Ao final dos itens 7.1 e 7.2, nos subitens 7.1.1 e 7.1.2, respectivamente, é prescrito

o diagnóstico com uma síntese de anomalias encontradas e possíveis causas aos problemas demonstrados no capítulo 6.

## 7.1 VISTORIA DO SISTEMA DE COBERTURA DO BLOCO C

A identificação do bloco C para vistoria:

Quadro 3 - Folha de identificação do bloco C; modelo proposto por Morgado (2012)

<b>Ficha de Inspeção N°</b>	1
<b>Técnico responsável:</b>	Lucas F. Andrade
<b>Data da Inspeção:</b>	22/11/2018
<b>Informação geral do edifício</b>	
<b>Nome/localização</b>	Bloco C - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - FT - UnB - Campus Darcy Ribeiro - Asa Norte - DF
<b>Ano de Construção</b>	1974
<b>Caracterização funcional</b>	Serviço (educacional)
<b>N° de pisos</b>	2
<b>Tipo de envolvente</b>	Urbana
<b>Contatos diretos efetuados</b>	Arquivos originais - CEPLAN; usuários
<b>Intervenções Anteriores na cobertura</b>	Múltiplas e não determinadas
<b>Data</b>	não determinadas
<b>Responsáveis</b>	Prefeitura Regional do Campus - PRC e Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - ENC
<b>Observações</b>	Não foram realizadas inspeções em todo o bloco C, apenas nas zonas foco identificadas

Fonte: Própria (2018)

Salienta-se que ao decorrer de mais de 40 anos de existência foram múltiplas as intervenções no sistema de cobertura. Não foi possível determinar exatamente quais e quando ocorreram, por falta de documentação centralizada acerca de tais fatos. A última intervenção relatada, não foi na área de foco desta vistoria, mas sim, na cobertura sobre a secretaria do ENC com adição de tubos de queda no sistema de drenagem.

A caracterização está explicitada no quadro a seguir:

Quadro 4 - Caracterização da cobertura do bloco C; modelo proposto por Morgado (2012)

<b>Caracterização de coberturas inclinadas</b>				
<b>Forma da Cobertura</b>	Regular de duas águas e regular de uma água			
<b>Área da Cobertura</b>	443,8m <sup>2</sup> (área foco da vistoria)			
<b>Inclinação da cobertura</b>	não determinada			
<b>Elementos fontes de manutenção</b>	Revestimento	Metálico	Alumínio	
	Estrutura de Suporte	Contínua	Laje de concreto armado (nervurada), segundo projeto	
	Sistema de ventilação	-	Claraboias	
	Singularidade	Sistema de Remates	Cumeeiras, beirais e platibandas	
		Sistema de Drenagem	Calhas de concreto na própria estrutura	
		Janelas e claraboias	Alumínio e vidro	
		Alvenarias	Tijolos cerâmicos	

Fonte: Própria (2018)

A seguir os problemas verificados na vistoria *in loco*. Primeiramente será apresentado as anomalias verificadas no revestimento, ou seja, nas telhas.

Figura 62 - Fotografias telhas 1 e 2; próximo a área de foco 1



Fonte: Própria (22/11/2018)

Figura 63 - Fotografias telhas 3 e 4; próximo a área de foco 5



Fonte: Própria (22/11/2018)

As imagens acima (Figura 62 e Figura 63) representam a situação de todo o revestimento (telhas de alumínio) na zona de vistoria. Verifica-se bastante pontos com deformações excessivas, destacando-se que é um telhado de alumínio, portanto bastante deformável. Essa situação pode levar a grandes acúmulos de água, como visto na Figura 62. Há também bastante detritos e sujidades superficiais acumuladas em extensões próximas da metade da área das telhas. Há também o desenvolvimento de bolores acompanhando as acumulações e sujeiras citadas em zonas sombreadas pelas árvores. Não foi, no entanto, encontrado qualquer sinal de corrosões, descasques, fissuração ou fratura, evidenciando a boa durabilidade do alumínio sob condições ambientais de meio urbano. Também não foram encontrados danos nos elementos de fixação aparentes do telhado.

Não foi possível verificar *in loco* a declividade do telhado, pois foi recomendado que não se manipulasse as telhas de alumínio, por serem antigas, bastante deformáveis e perigosas de subir pelo risco de rompimento.

A estrutura de suporte, como já explicado é composta por lajes nervuradas de concreto armado e por impedimentos de ordem técnica (desmontar telhado para verificar a estrutura resistente), não foi possível verificá-la. Nas claraboias e na cobertura do hall de entrada do auditório a cobertura não possui telhado, apresenta-se em lajes maciças impermeabilizadas, porém não constituem estrutura suporte de um telhado e serão tratadas a seguir.

Na análise de imagens do VANT percebeu-se que havia uma parte da estrutura suporte desprotegida de telhados (a área não foi projetada para ficar sem revestimento) (Figura 64):

Figura 64 - Imagem VANT sobre cobertura Bloco C; área desprotegida em destaque



Fonte: Silva (01/09/2017)

Tal situação foi confirmada na visita presencial e dessa forma foi feita uma vistoria da estrutura suporte apenas no módulo indicado na Figura 64. A seguir fotografias da parte citada retiradas durante a inspeção:

Figura 65 - Fotografias estrutura de suporte descoberta 1 e 2



Fonte: Própria (22/11/2018)

Figura 66 - Fotografia estrutura de suporte descoberta 3



Fonte: Própria (22/11/2018)

Figura 67 - Fotografia estrutura de suporte descoberta 4



Fonte: Própria (22/11/2018)

Não foi encontrado nesta laje sinais que indiquem impermeabilização posterior a retirada do telhado (operação sem data determinada, já presente em 01/09/2017, data de gravação do vídeo aéreo com VANT), configurando situação bastante danosa ao desempenho de estanqueidade do sistema de cobertura.

Também foram verificadas fissuras (de retração na maior parte) por toda a laje e em alguns locais pequenas desagregações de concreto. As fissuras apresentam sinais de preenchimento, porém antigo, bastante degradado e alguns locais já inexistente. Há muito acúmulo de sujidades no concreto (que possui microtextura superficial bastante rugosa, facilitando o processo). Próximo as extremidades, bem como saídas de águas pluviais (zonas de acúmulo de água) constata-se degradação do concreto, com bastante formação fúngica. Há manchas de umidade por toda a extensão da laje.

As juntas existentes ao longo do comprimento da laje, bem como entre as lajes e as calhas apresentam-se bastante degradadas, sem qualquer sinal dos elementos de enchimento e selante, com acúmulo de água. Estas juntas nas condições em que estão constituem-se em caminho de infiltração, inclusive há evidências de passagem de água pelas mesmas, afetando a estanqueidade do sistema de cobertura.

Na extremidade da zona de vistoria, próximo a zona de foco 4, determinada no capítulo anterior, há uma junta estrutural sem indícios de selante para impedir a passagem de água por entre ela, como indicado na Figura 68.

Figura 68 - Junta estrutural sem selante; em destaque



Fonte: Própria (22/11/2018)

Existem 6 claraboias na zona objeto de vistoria, todas apresentam-se em condições bastante similares, a seguir imagem das claraboias (Figura 69) e sua estrutura (Figura 70):

Figura 69 - Claraboias



Fonte: Própria (22/11/2018)

Figura 70 - Fotografia estrutura Claraboia



Fonte: Própria (22/11/2018)

Como constatado na inspeção e exemplificado na Figura 70, a estrutura de concreto da claraboia encontra-se em boas condições, apresentando apenas sujidade superficial – situação padrão em todas estas estruturas de ventilação. Também não foram encontrados problemas estruturais, de caixilhos, fixação ou sinais de infiltrações em nenhuma das janelas, apenas pó acumulado.

Com relação aos remates, no módulo onde existe cumeeira ela está em bom estado (é formada por uma dobra na própria telha, ou seja, não há sobreposições), sem sinais de fraturamentos, apenas bastante suja como o restante do telhado. Os beirais e platibandas são de pequeníssima altura e formados por concreto como extensões das próprias calhas e apresentam-se nas mesmas condições destas, explanadas a frente no texto.

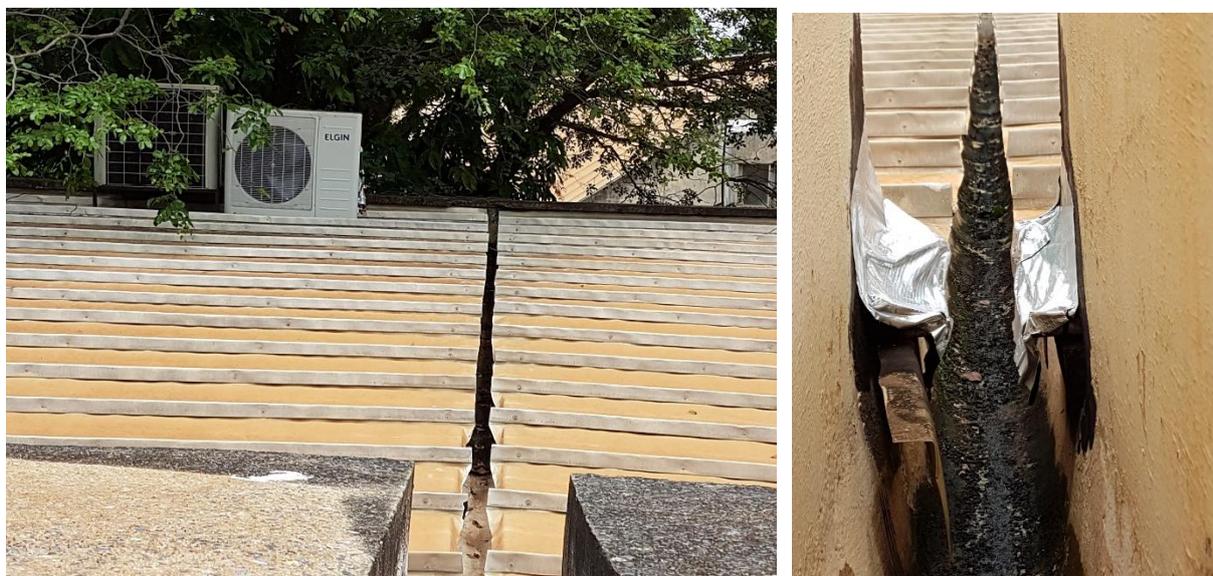
Nas próximas Figura 71, Figura 72 e Figura 73, fotografias dos elementos de drenagem da zona de vistoria:

Figura 71 - Fotografias Calha de drenagem 1; próximo a área de foco 4



Fonte: Própria (22/11/2018)

Figura 72 - Fotografias calhas de drenagem 2; próximo a área de foco 5



Fonte: Própria (22/11/2018)

Figura 73 - Fotografias tubo de drenagem; próximo a área de foco 4 e na estrutura de suporte descoberta



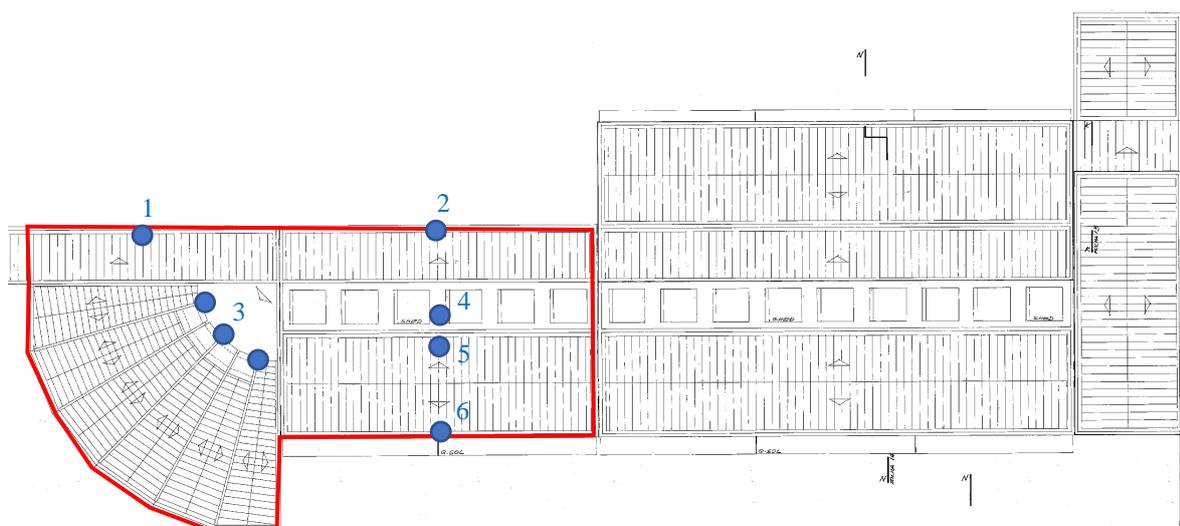
Fonte: Própria (22/11/2018)

Constata-se ao longo de todas as calhas da zona de vistoria sujidades superficiais, acumulação de detritos e folhas em excesso, há também pequena acumulação de água em alguns pontos e manchas de umidade em toda a área. Situações exemplificadas nas figuras anteriores.

Foi relatado no capítulo 4.2 que nos projetos a que se teve acesso não foi encontrado a inclinação das calhas e *in loco* verifica-se que tais caimentos são bastante pequenos, tanto é que com trena milimetrada e nas condições de operação da vistoria não houve precisão suficiente para determiná-la. Ainda sim deve ser igual a 0,5%, o mínimo requerido atualmente pela ABNT NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais, mas já utilizado de maneira corrente em período anterior a norma, pois foi verificado que havia sim inclinação suficiente para drenagem em direção as entradas dos tubos de queda, mostrando que as calhas devem funcionar sob esta ótica. A inclinação das calhas da cobertura sobre o auditório é igual ao caimento do telhado sobre este ambiente, não determinado pelos motivos explicados anteriormente.

Nenhum dos tubos de queda vistoriados possui qualquer tipo de ralo ou elemento que impeça a passagem de objetos e detritos. Os tubos de queda possuem entrada de 100mm e estão localizados nos círculos azuis indicados na Figura 74:

Figura 74 - Indicação dos pontos de saída de drenagem, na zona foco de vistoria; saídas – círculos azuis



Fonte: CEPLAN (1973) – modificado

Há a desconfiança de que a quantidade de tubos de saída possa ser insuficiente para as vazões escoadas pela cobertura, caracterizando mais uma anomalia no sistema de drenagem, assim a seguir estão análises simplificadas para determinar se isso procede.

Existe na zona foco da vistoria 5 áreas de contribuição (identificada pelos algarismos) e 7 tubos de queda, representados pelos círculos azuis. Os tubos das áreas 1, 2, 4, 5 e 6 são responsáveis por uma área de drenagem igual a  $54,66\text{m}^2$ , cada. Existem três tubos responsáveis pela drenagem da área de contribuição 3 ( $170,5\text{m}^2$ ). As áreas de drenagem estão simplificadas, não contando as inclinações (desconhecidas) do telhado.

Para analisar a capacidade de drenagem destes tubos tomaremos por base a ABNT NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais. Deve ser utilizado uma intensidade pluviométrica com tempo de retorno de 5 anos e igual a  $176\text{mm/h}$  prescrita pela norma para Brasília (dado de Formosa/GO no Anexo 5 da ABNT NBR 10844, região com dado mais próxima e a ser adotada em projeto). A vazão (em L/min) é igual ao produto da intensidade pluviométrica em mm/h pela área de contribuição em  $\text{m}^2$  dividido por 60. As vazões de cada área estão no Quadro 5:

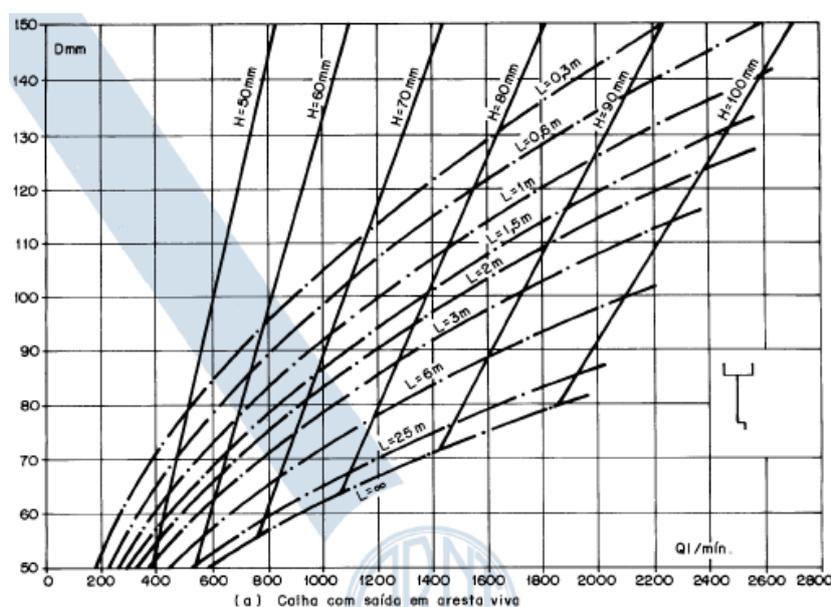
Quadro 5 - Vazões de cada área de contribuição

Região de contribuição	Área (m <sup>2</sup> )	Intensidade pluviométrica (mm/h)	Vazão (L/min)
1	54,66	176	160,34
2	54,66	176	160,34
3	170,50	176	500,13
4	54,66	176	160,34
5	54,66	176	160,34
6	54,66	176	160,34

Fonte: Própria (2018)

Os tubos das áreas 1, 2, 4, 5 e 6 devem drenar 160,34 L/min cada, os três tubos da área 3 devem escoar 166,71L/min cada (totalizando 500,13 L/min indicado para a região de contribuição 3 na tabela acima). De acordo com o ábaco na Figura 75 a seguir, da ABNT NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais, para definição de um diâmetro D mínimo de tubos de queda, em que as incógnitas são a vazão Q em L/min, o comprimento L do tubo de queda (igual a altura neste caso e adotado 3 metros para esta edificação) e a lâmina d'água H sobre a entrada do tubo (adotada a mais desfavorável e igual a 100mm), o diâmetro utilizado na cobertura de 100mm é mais que suficiente, sendo possível drenar de acordo com a referida norma mais que 1600L/min, com estas características, ou seja, não se provou verdadeiro que exista quantidade insuficiente de tubos de queda.

Figura 75 - Ábaco para determinação do diâmetro de condutores verticais



Fonte: ABNT (1989)

### 7.1.1 DIAGNÓSTICO

Todo o sistema de cobertura avaliado do bloco C – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental apresenta-se generalizadamente sujo, com muitas formações de fungos, especialmente junto as árvores que margeiam a edificação. Tais manifestações tem origem junto a fatores da dinâmica da natureza do envolvente, portanto naturais.

O telhado de alumínio está deformado e formando acúmulo de água em alguns pontos. Não foi possível determinar a declividade (pelos motivos expostos), ela visualmente existe e é suficiente em comparação a telhados tradicionais. Estes problemas encontrados têm origem exógena (ocasionados por terceiros). Apesar do exposto, a referida estrutura aparentemente ainda é capaz de cumprir seu papel de impedir a passagem de água e escoá-la até os equipamentos de drenagem adequados.

Os dispositivos de ventilação e iluminação zenital constituídos pelas claraboias apresentam-se do ponto de vista estrutural, bem como desempenho de elemento de sistema de cobertura em boas condições, apenas com as sujidades incrustadas características.

As calhas de drenagem apresentam seção suficiente e apesar de não ter sido possível determinar sua inclinação, ela aparenta existir e ser superior ao mínimo atual de 0,5%. Estes condutores horizontais possuem bastante acúmulos de detritos, manchas de umidade e desenvolvimento de fungos. As patologias descritas para as calhas, também tem origem natural.

Os tubos de queda, apesar de em quantidade suficiente, podem ser que não estejam funcionando corretamente pela falta de ralos ou outro tipo de barreira, já que a quantidade de folhas na cobertura é enorme e elas são levadas naturalmente até estas saídas, inclusive com indícios de obstrução dos condutores por folhas.

A laje descoberta (sem o telhado determinado pelo projeto) não apresenta qualquer sinal de que tenha sido impermeabilizada, para substituir a função das telhas – sendo bastante passível a infiltrações generalizadas, caracterizando um problema de origem interna a própria estrutura, portanto endógena. Possui fissuras por todo o comprimento, que podem, inclusive servir de passagem de água e provavelmente o são, pois a área de foco 1, relatada no capítulo anterior, fica sob esta região e ali a água minava de vários pontos no teto indicando que o líquido deva

percolar da cobertura pelas fissuras até o teto, além disso nesta zona 1 outra causa das infiltrações observadas deve ser a passagem de água pelas juntas no concreto entre a laje e calhas, completamente desprotegidas, um fato que advoga a favor disso é que na área de foco 1 a maior parte da água minava próxima ao encontro viga-teto, exatamente próximo as estas juntas, na face superior. Os problemas relatados para esta laje, tem origem por fatores inerentes a própria estrutura, por inadequação da função que desempenha atualmente (resistir às intempéries diretamente, havia a previsão de um telhado para proteção), sendo, portanto, anomalias endógenas.

Com relação aos problemas verificados nas áreas de foco 2, 3 o diagnóstico é incerto, já que por limitações técnicas não foi possível desmontar o telhado e observar as condições da laje sob este, porém tendo por base as ocorrências vistas na laje sem o telhado e os locais e padrões em que as infiltrações ocorrem nas áreas de foco 2, 3 e 4, pode ser que os vazamentos verificados ocorram pela passagem de água nas juntas entre as calhas e a laje – exatamente próximos as zonas em que mina água por infiltrações inferiormente, junto as paredes abaixo destas juntas. A hipótese de este ser o problema na área de foco 5 também é procedente, já que também existem juntas entre as calhas e a laje exatamente sobre o ponto onde os vazamentos ocorreram e há grandes chances de elas estarem nas mesmas condições das visualizadas.

O problema verificado na área de foco 4 (ao fundo da sala CT 25/15) provavelmente se dá pela passagem de água na junta estrutural sem os cuidados necessários e mostrada na Figura 68. Essa junta passa sobre a parede ao fundo da sala e por onde as infiltrações ocorreram.

Há que se salientar que as causas das manifestações nos locais identificadas no capítulo anterior como zonas 1, 2, 3 e 4 e apresentadas neste capítulo são apenas hipóteses prováveis e determinadas a partir da inspeção tátil visual que ocorreu durante a vistoria externa ou *in loco*, não deve ser tomada como diagnóstico final, necessitando de maiores testes e análises para tal.

Destaca-se que o foco deste trabalho não é a explicação de causas e atribuição de responsabilidades, o que configuraria uma perícia, mas tão somente a caracterização do estado atual dos sistemas de cobertura que foram objeto da vistoria e inspeção, tendo como foco identificação de problemas.

## 7.2 VISTORIA DO SISTEMA DE COBERTURA DO BLOCO F

Identificação do bloco F:

Quadro 6 - Folha de identificação do bloco F; modelo proposto por Morgado (2012)

<b>Ficha de Inspeção N°</b>	2
<b>Técnico responsável:</b>	Lucas F. Andrade
<b>Data da Inspeção:</b>	22/11/2018
<b>Informação geral do edifício</b>	
<b>Nome/localização</b>	Bloco F - Laboratório de Hidráulica e Estruturas - FT - UnB - Campus Darcy Ribeiro - Asa Norte - DF
<b>Ano de Construção</b>	1974
<b>Caracterização funcional</b>	Pesquisa - Laboratório
<b>N° de pisos</b>	1
<b>Tipo de envolvente</b>	Urbana
<b>Contatos diretos efetuados</b>	Arquivos originais - CEPLAN; usuários
<b>Intervenções Anteriores na cobertura</b>	Múltiplas e não determinadas
<b>Data</b>	não determinadas
<b>Responsáveis</b>	Prefeitura Regional do Campus - PRC e Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - ENC
<b>Observações</b>	Não foram realizadas inspeções em todo o bloco F, apenas nas zonas foco identificadas

Fonte: Própria (2018)

Como ocorrido no bloco C, foram realizadas várias intervenções ao longo de mais de 40 anos de idade do edifício, sendo que a documentação referente a estas e suas datas não foram possíveis de determinar, por falta de documentação centralizada. Com relação especificamente aos sistemas de cobertura, há a grande adição (explicada no capítulo 4.2) da cobertura marginal em telhado sobre estruturas de suporte de aço, não prevista no projeto original e sem documentos de alteração encontrados, que foi o objeto da visita *in loco* a ser relatada neste capítulo. A última intervenção, informada pelo Professor do Laboratório de Hidráulica Arthur Schleicher foi a impermeabilização das juntas das calhas e platibandas, realizada em maio de 2018.

Caracterização da cobertura marginal:

Quadro 7 - Caracterização da cobertura do bloco F; modelo proposto por Morgado (2012)

<b>Caracterização de coberturas inclinadas</b>				
<b>Forma da Cobertura</b>	Perimetral			
<b>Área da Cobertura</b>	787,5 m <sup>2</sup> (área foco da vistoria - cobertura perimetral)			
<b>Inclinação da cobertura</b>	não determinada			
<b>Elementos fontes de manutenção</b>	Revestimento	Metálico	Aço Galvanizado	
	Estrutura de Suporte	Descontínua	Aço	
	Sistema de ventilação	-	Não possui	
	Singularidade	Sistema de Remates	Platibandas	
		Sistema de Drenagem	Calhas de concreto na própria estrutura	
		Janelas e claraboias	Não apresenta	
		Alvenarias	Tijolos cerâmicos	

Fonte: Própria (2018)

A seguir as anomalias encontradas na vistoria presencial, primeiramente relacionadas ao revestimento ou telhado:

Figura 76 - Fotografias telhado perimetral 1 e 2



Fonte: Própria (22/11/2018)

Figura 77 - Fotografia telhado perimetral 3



Fonte: Própria (22/11/2018)

As telhas componentes do revestimento de toda a cobertura perimetral do bloco F, exemplificada nas imagens anteriores apresentam-se em bom estado de conservação, sem deformidades, desalinhamentos, corrosões ou descasques. Estão com bastante sujidades e alguns detritos incrustados por toda a extensão como mostrado na Figura 77. Destaca-se que o padrão destes acúmulos se dão junto a extremidade mais interna do telhado, bastante suja, até uma boa limpeza, próximo a extremidade mais externa, demonstrando que a chuva só atinge o telhado em maior quantidade e intensidade próximo a esta zona externa, o que é perfeitamente justificável pelo fato dos paraboloídes cobrirem toda a área, captando praticamente a totalidade da água da chuva que cairia sobre a cobertura perimetral.

Externamente os elementos de fixação parafusos e porcas apresentam boas condições, sem anomalias aparentes. Os elementos metálicos de suporte, também se apresentam em muito boas condições, sem danos aparentes.

Por ser uma cobertura perimetral, aproxima-se bastante a configuração de uma água, sendo assim, não havia cumeeiras para analisar, o único remate presente são platibandas, fotografia exemplificativa do estado das mesmas na Figura 78:

Figura 78 - Platibanda junto a calha de drenagem; platibanda em destaque



Fonte: Própria (22/11/2018)

As platibandas apresentam degradação superficial do concreto, bastante sujidades e manchas de umidade, além de desenvolvimento de fungos em grande extensão, e apesar disso não parece haver intercorrência de ordem estrutural mais grave neste elemento, com a exceção de um ponto, mostrado na Figura 79:

Figura 79 - Armaduras aparentes da platibanda

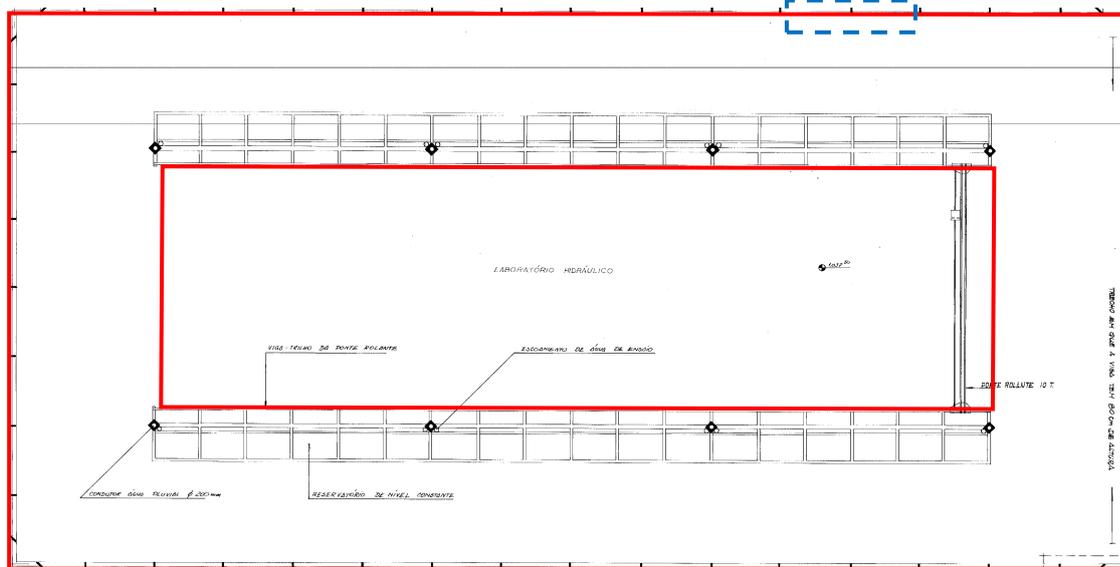


Fonte: Própria (22/11/2018)

Na fotografia anterior percebe-se que há exposição de armaduras da platibanda, destacando-se que o concreto está com grandes fissuras que expõem as barras apenas na direção destas,

aparentando fendilhamento, porém é necessário uma vistoria e análises específicas para afirmar se realmente foi este o fenômeno que ocorreu, ainda mais pelo fato de a causa não aparentar degradação por condições ambientais, já que o concreto em toda a região desta patologia parece sã. A localização desta manifestação é a seguinte:

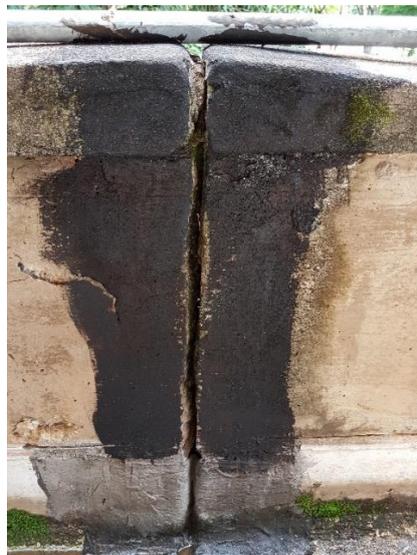
Figura 80 - Localização da exposição de armaduras da platibanda; local em destaque azul



Fonte: CEPLAN (1973) – modificado

Há também na platibanda diversas juntas em que a manta de impermeabilização (operação realizada em maio de 2018) não foi posta corretamente e deve ter sido descolada ou nem sequer chegou a ser instalada como a seguinte:

Figura 81 - Junta da platibanda sem impermeabilização e selagem



Fonte: Própria (22/11/2018)

A seguir fotografias registradas do sistema de drenagem, composto por patamares da estrutura, que hoje funcionam como calhas:

Figura 82 - Fotografias calhas 1 e 2; calha em destaque na fotografia 1



Fonte: Própria (22/11/2018)

Há bastante sujeira superficial e acúmulo de detritos, com destaque para folhas e pequenos galhos provenientes da vegetação próxima. Há manchas de umidade em toda a extensão do elemento e bastante desenvolvimento de fungos, como demonstrado na fotografia 2 da Figura 82, constituindo-se inclusive em riscos para operadores de manutenção que necessitem utilizar o local, por estar bastante escorregadio. Há fissuras de pequena abertura em alguns locais, que podem constituir caminho para passagem de água, levando a infiltrações e degradação do concreto interno e armaduras.

As juntas das calhas, como já dito foram impermeabilizadas recentemente e não se verificou pontos desta sem a presença daquele material, diferentemente das platibandas, porém em muitos locais a manta de impermeabilização utilizada afundou, formando zonas de acumulação de água propícias ao desenvolvimento de larvas de inseto vetores de doenças. Há também acúmulo de água em vários pontos desta calha. Essas situações são mostradas no exemplo da foto seguinte:

Figura 83 - Acúmulo de água na junta e na seção da calha

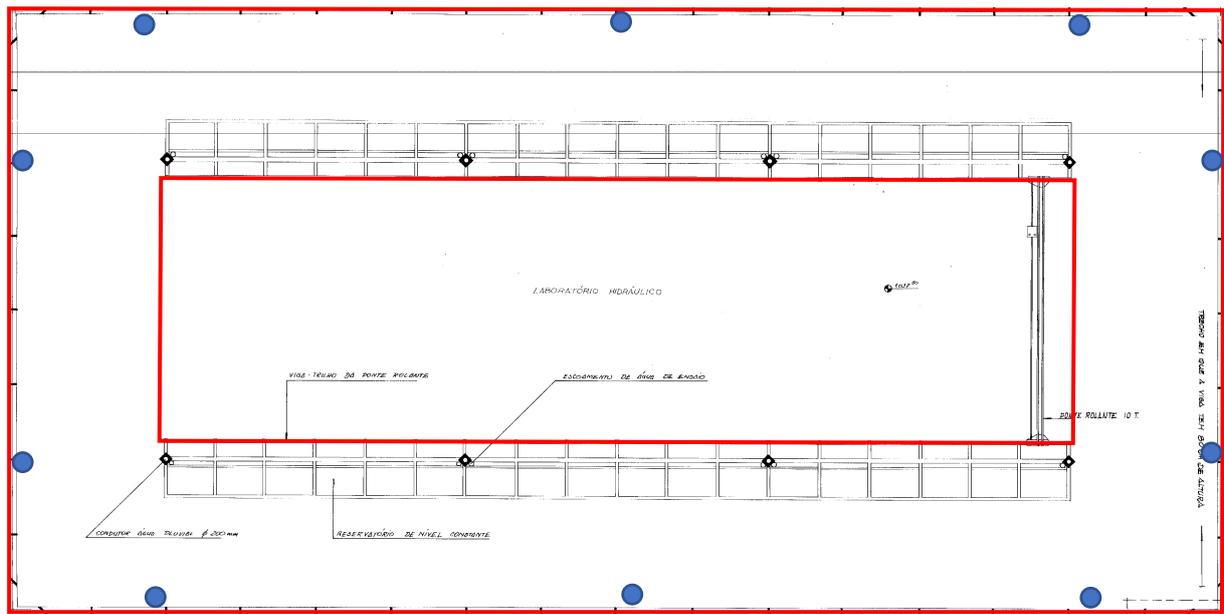


Fonte: Própria (22/11/2018)

Destaca-se que a calha de drenagem da cobertura perimetral, não recebe muita água (pelo fato de pouca chuva incidir nestes elementos pela proteção proporcionada pelos paraboloídes, como já citado anteriormente), ainda sim deve funcionar como tal e não foi projetada inicialmente com este fim.

Pelo fluxo ser baixo, não há problemas de vazões nos tubos de queda, existem 10 tubos de queda com 70mm de diâmetro, o mínimo requerido pela NBR 10844 atualmente, nas seguintes localizações:

Figura 84 - Pontos de tubos de queda



Fonte: CEPLAN (1973) – modificado

Não há a presença de qualquer ralo ou barreira para impedir a entrada de detritos, como mostrado na Figura 85.

Figura 85 - Entrada dos tubos de queda desprotegido



Fonte: Própria (22/11/2018)

Finalmente há a estrutura denominada de reservatório de nível constante, que atualmente está fora de uso e constitui parte integrante do sistema de cobertura marginal, função à que não foi projetado.

No geral aqueles elementos estão com boa aparência estrutural, com o concreto íntegro e sem desagregações, degradações ou fissuras aparentes. Há bastante acúmulo de sujeira e detritos (muitas folhas de árvores próximas). Apesar de receber pouca água da chuva, há deposição formando poças em vários locais, além de sinais de infiltrações que vem dos paraboloídes e ali acumulam, não tendo por onde fluir a água, já que os ralos (que foram projetados para escoamento de água de ensaio) estão fechados, inclusive nos mesmos há acúmulo de líquido, podendo ser foco de proliferação de insetos vetores de doenças. Nas Figura 86 e Figura 87, fotografias da situação explanada.

Figura 86 - Fotografias reservatórios de nível constante 1 e 2



Fonte: Própria (22/11/2018)

Figura 87 - Escoamento da água de ensaio



Fonte: Própria (22/11/2018)

### 7.2.1 DIAGNÓSTICO

As telhas de aço galvanizado apresentam-se em ótimo estado de conservação, sem sinais de fissuras, fraturas ou degradações. Há apenas bastante poeira acumulada na zona mais interna, manifestação de origem natural.

As platibandas possuem sujeira acumulada, desenvolvimento de fungos e pequena degradação em alguns locais (origem natural), num ponto específico e localizado na Figura 80 há exposição da armadura – não é possível determinar, sem análises complementares se esta exposição da armadura é de origem endógena (por fatores inerentes a própria estrutura), exógena (por fatores externos a estrutura) ou funcional (pelo envelhecimento natural dos elementos). Nem todas as juntas das platibandas estão satisfatoriamente impermeabilizadas (origem exógena), apesar das operações recentes, com este fim.

As calhas possuem bastante sujeira acumulada, manchas de umidade, desenvolvimento de fungos, que inclusive impactam a segurança ao transitar pela estrutura (origens naturais) e algumas fissuras que podem ser objeto de infiltrações (origem indeterminada). Há acúmulo de água em vários pontos, inclusive em partes afundadas da manta de impermeabilização de algumas juntas, podendo ser criadouro para insetos vetores de doenças.

No reservatório de nível variável há acúmulo de água (outro ponto passível de proliferação de insetos vetores de doenças) sem possibilidade de saída pela selagem da drenagem existente. Há sinais de vazamento de água nestes bocais e sem tubos inferiores para dispor o líquido este vaza livremente para o ambiente inferior podendo ser um dos motivos das situações descritas no capítulo 6.2.1. Estas anomalias têm origem na inadequação dos referidos elementos para o que foram inicialmente projetados, portanto de caráter endógeno.

Como no capítulo 7.1.1, aqui há apenas hipóteses de origens e causas para as anomalias encontradas, análises mais específicas devem ser realizadas para confirmá-las.

## **8 PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO**

A prioridade de intervenção, ou seja, o quão urgente é a necessidade de correção de problemas será feita a partir da metodologia proposta por Morgado (2012) e com procedimento referido no capítulo 2.3.3 da revisão bibliográfica, resumido a seguir, também.

As anomalias serão identificadas por siglas, como prescrito no Anexo B. A cada manifestação será dado uma nota  $P_{ponderado}$ , composta por valores referentes a agressividade do meio, extensão, nível de degradação e severidade. A agressividade do meio (possui fator multiplicador igual a 1) possui os níveis:

- Reduzido – meio rural (pontuação igual a 1);
- Médio – meio urbano (pontuação igual a 2) e;
- Alto – zona costeira (pontuação igual a 3).

A extensão da anomalia (igual a 2) possui os níveis:

- Reduzido -  $\leq 20\%$  (pontuação igual a 1);
- Médio – 21 a 70% (pontuação igual a 2) e;
- Alto -  $\geq 70\%$  (pontuação igual a 3).

O nível de degradação possui os níveis:

- 0 – Sem degradação relevante (pontuação igual a 1);
- 1 – Degradação superficial (pontuação igual a 2);
- 2 – Degradação moderada (pontuação igual a 3) e;

- 3 – Degradação acentuada (pontuação igual a 4).

Por fim a severidade da anomalia (fator multiplicador igual a 4) possui os níveis:

- A – Influência negativa no aspecto estético (pontuação 1);
- B – Aumento considerável dos encargos de posteriores ações corretivas (pontuação 2);
- C – Diminuição da durabilidade dos elementos (pontuação 3);
- D – Funcionalidade do edifício afetada (pontuação 4) e;
- E – Perigo para a segurança dos usuários (pontuação 5).

Todos esses critérios, níveis e descrições, segundo Morgado (2012), resumido também na Tabela 1 deste texto.

De posse da nota  $P_{ponderado}$ , ela será corrigida para um índice em porcentagem que indica a celeridade exigida para correção do problema, denominado  $P_{intervenção}$ , em que o intervalos  $24\% \leq P_{intervenção} \leq 40\%$  corresponde ao nível 1 (ações sem urgência),  $40\% \leq P_{intervenção} \leq 60\%$  corresponde ao nível 2 (ações de médio prazo – 2 a 5 anos com necessidade de monitoramento),  $61\% \leq P_{intervenção} \leq 80\%$  corresponde ao nível 3 (ações a curto prazo – 1 a 2 anos) e  $P_{intervenção} \geq 80\%$  corresponde ao nível 4 (ações de prioridade imediata – 6 meses).

Os dados serão apresentados em forma de tabela, com base no modelo proposto por Morgado (2012) e presente no Anexo E, porém, com algumas alterações para melhor adequação a este trabalho.

No capítulo 8.1 será apresentado os resultados para os problemas no bloco C e no capítulo 8.2 para os problemas no bloco F.

## **8.1 PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO DAS ANOMALIAS NO BLOCO C**

A seguir no Quadro 8 as anomalias existentes no bloco C, em forma de tabela com a indicação da sigla e descrição, conforme Anexo B.

Quadro 8 - Identificação das anomalias existentes no bloco C para Prioridade de Intervenção, de acordo com Morgado (2012)

EFM	Sigla Anomalia	Descrição
Revestimento (Telhado)	A-R 1	Deformação acentuada do revestimento
	A-R 4	Acumulação de detritos e sujidade superficial
	A-R 7	Desenvolvimento de vegetação parasitária
Estrutura de suporte (apenas laje descoberta)	A-E 2	Fissuração
	A-E 3	Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-E 4	Degradação biológico por efeito de fungos, insetos xilófagos
	A-E 5	Desagregação
	A-E 10	Umidade
Claraboias	A-V 1	Sujidade superficial e acumulação de detritos
Sistema de drenagem (calhas e tubos de queda)	A-D 1	Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-D 2	Manchas de água
	A-D 3	Acumulação de água
	A-D 5	Fraturas ou fissuras na calha
	A-D 9	Inexistência de ralos

Fonte: Própria (2018)

A seguir, no Quadro 9 e Quadro 10 os com o procedimento para definição da prioridade de intervenção das anomalias:

Quadro 9 - Procedimento para definição da prioridade de Intervenção da cobertura do Bloco C

EFM	Anomalia	Agressividade do meio		Extensão	
		Nível	Pontuação	Nível	Pontuação
Revestimento (Telhado)	A-R 1	Médio	2	Médio	2
	A-R 4	Médio	2	Alto	3
	A-R 7	Médio	2	Médio	2
Estrutura de suporte (apenas laje descoberta)	A-E 2	Médio	2	Médio	2
	A-E 3	Médio	2	Alto	3
	A-E 4	Médio	2	Reduzido	1
	A-E 5	Médio	2	Reduzido	1
	A-E 10	Médio	2	Alto	3
Claraboia	A-V 1	Médio	2	Alto	3
Sistema de drenagem (calhas e tubos de queda)	A-D 1	Médio	2	Alto	3
	A-D 2	Médio	2	Alto	3
	A-D 3	Médio	2	Médio	2
	A-D 5	Médio	2	Reduzido	1
	A-D 9	Médio	2	Alto	3

Fonte: Própria (2018)

Quadro 10 – Continuação Quadro 9

Anomalia	Nível de Degradação		Severidade das anomalias		P <sub>ponderado</sub>	P <sub>intervenção</sub>	Prioridade de Intervenção
	Nível	Pontuação	Nível	Pontuação			Nível
A-R 1	2	3	B	2	23	56%	2
A-R 4	1	2	A	1	18	44%	2
A-R 7	1	2	B	2	20	49%	2
A-E 2	2	3	D	4	31	76%	3
A-E 3	1	2	B	2	22	54%	2
A-E 4	1	2	B	2	18	44%	2
A-E 5	2	3	D	4	29	71%	3
A-E 10	1	2	A	1	18	44%	2
A-V 1	0	1	A	1	15	37%	1
A-D 1	2	3	D	4	33	80%	4
A-D 2	1	2	A	1	18	44%	2
A-D 3	2	3	B	2	23	56%	2
A-D 5	2	3	D	4	29	71%	3
A-D 9	2	3	D	4	33	80%	4

Fonte: Própria (2018)

Ressalta-se que os critérios de agressividade do meio, extensão, nível de degradação e severidade das anomalias foram atribuídos a cada uma das anomalias de acordo com o observado na vistoria externa.

Percebe-se pelos níveis de prioridade encontrados que a maior parte dos problemas estão no nível 2, ou seja, sem necessidade de reparo imediato, com ações de médio prazo (2 a 5 anos), porém com monitoramento constante da situação para verificar a evolução das anomalias. A claraboia, por exemplo, até mesmo como descrito na vistoria está em boa situação e com nível de intervenção 1, ou seja, não possui ações de urgência.

Há que se preocupar com as manifestações com critério de prioridade de intervenção nível 3, como as fissuras na laje suporte, pequenas desagregações no concreto desta e as fissuras nas calhas e suas juntas, que exigem ações de curto prazo, no espaço de 1 a 2 anos no máximo.

Certamente as ações que demandam ação imediata, no período de até 6 meses e classificadas no nível 4 é a acumulação de detritos e sujidades nas calhas, indicando uma necessidade de limpeza imediata, o que é plenamente comprovado inclusive pela enormidade de folhas

verificadas nos elementos, obstruindo a passagem de água bastante. Também deve ter ação imediata a situação de falta de ralos nos tubos de queda, não existente em nenhum deles e tal cenário está provocando um entupimento dos condutores que pode levar a acumulações de água na cobertura causando mais infiltrações.

Como dito no diagnóstico, os problemas de infiltrações verificados pelos usuários estão provavelmente relacionados as juntas e fissuras na laje portante (necessita de maiores análises para se afirmar estas relações de causalidade), e no critério de prioridade de intervenção acima tais manifestações ficaram no nível 3, que requer ações de curto prazo, não no nível 4 - imediatas, como seria de se pensar, o que é explicado por estes problemas não serem de grande extensão e sua severidade não ser tão acentuada a ponto de significar riscos mais graves aos usuários. Ainda assim, recomenda-se que estes problemas sejam analisados e solucionados por equipes de manutenção tão logo possível, pois podem representar grandes transtornos a comunidade acadêmica, se de fato forem as fontes das infiltrações.

## **8.2 PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO DAS ANOMALIAS NO BLOCO F**

Há a peculiaridade de que a estrutura denominada reservatório de nível constante e que atualmente faz parte do sistema de cobertura do bloco F, não entrará nos cálculos de prioridade de intervenção das anomalias, pois tal componente não se classifica em nenhum dos EFM's (Elementos fontes de manutenção) proposto na metodologia de Morgado (2012), porém ao final deste subcapítulo considerações acerca da prioridade de intervenção para os reservatórios serão realizadas. No Quadro 11 a indicação das anomalias da mesma maneira que para o bloco C.

Quadro 11 - Identificação das anomalias existentes no bloco F para Prioridade de Intervenção, de acordo com Morgado (2012)

EFM	Sigla Anomalia	Descrição
Revestimento (Telhado)	A-R 4	Acumulação de detritos e sujeidade superficial
	A-R 7	Desenvolvimento de vegetação parasitária
Remates (platibanda)	A-S 2	Descolamento dos remates (considerado aqui a inexistência da impermeabilização nas juntas)
	A-S 3	Fissuração/fraturação
	A-S 6	Sujidades superficiais e acumulo de detritos
	A-S 7	Acumulação de vegetação parasitária
Sistema de drenagem (calhas e tubos de queda)	A-D 1	Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-D 2	Manchas de água
	A-D 3	Acumulação de água
	A-D 5	Fraturas ou fissuras na calha
	A-D 9	Inexistência de ralos

Fonte: Própria (2018)

No Quadro 12 e Quadro 13 o procedimento para definição do critério de prioridade de intervenção:

Quadro 12 - Procedimento para definição da prioridade de Intervenção da cobertura do Bloco C

EFM	Anomalia	Agressividade do meio		Extensão	
		Nível	Pontuação	Nível	Pontuação
Revestimento (Telhado)	A-R 4	Médio	2	Médio	2
	A-R 7	Médio	2	Reduzido	1
Remates (platibanda)	A-S 2	Médio	2	Alto	3
	A-S 3	Médio	2	Reduzido	1
	A-S 6	Médio	2	Alto	3
	A-S 7	Médio	2	Alto	3
Sistema de drenagem (calhas e tubos de queda)	A-D 1	Médio	2	Alto	3
	A-D 2	Médio	2	Alto	3
	A-D 3	Médio	2	Alto	3
	A-D 5	Médio	2	Reduzido	1
	A-D 9	Médio	2	Alto	3

Fonte: Própria (2018)

Quadro 13 – Continuação Quadro 12

Anomalia	Nível de Degradação		Severidade das anomalias		P <sub>ponderado</sub>	P <sub>intervenção</sub>	Prioridade de Intervenção
	Nível	Pontuação	Nível	Pontuação			Nível
A-R 4	1	2	A	1	16	39%	1
A-R 7	1	2	B	2	18	44%	2
A-S 2	3	4	B	2	28	68%	3
A-S 3	3	4	D	4	32	78%	3
A-S 6	1	2	B	2	22	54%	2
A-S 7	2	3	B	2	25	61%	3
A-D 1	1	2	B	2	22	54%	2
A-D 2	1	2	A	1	18	44%	2
A-D 3	1	2	C	3	26	63%	3
A-D 5	2	3	B	2	21	51%	2
A-D 9	2	3	B	2	25	61%	3

Fonte: Própria (2018)

Assim como para o bloco C, ressalta-se que os critérios de agressividade do meio, extensão, nível de degradação e severidade das anomalias foram atribuídos a cada uma das anomalias de acordo com o verificado na vistoria externa.

Demandam ações a médio prazo (2 a 5 anos com necessidade de monitoramento) as manifestações relacionadas com sujidades, acumulações de detritos e desenvolvimento de fungos, situações que não são graves, mas podem evoluir para degradações mais severas com o tempo, nas condições em que ali estão (bastante sombra e umidade proporcionada pelas árvores próximas). As pequenas fissuras encontradas nas calhas requerem apenas ações de médio prazo, apesar de ser necessário monitorá-las. A única situação que não requer qualquer ação com urgência, nem monitoramento (nível 1) é a poeira incrustada no telhado de aço galvanizado, o que é bastante justificável, visto que não é em toda a extensão nem há sinais de degradação, sequer superficial, por este motivo.

As anomalias que precisam de ações a curto prazo (de 1 a 2 anos) é a inexistência de impermeabilização nas juntas das platibandas, que ainda não gera nenhum problema como infiltrações, mas pode acontecer no futuro. A exposição da armadura também requer ações de curto prazo, não imediatas como seria de se pensar, pois apesar de manifestação visualmente grave, ela é de pequena extensão, aparecendo em um ponto localizado e não parece haver intercorrências estruturais imediatas, como consequência. O desenvolvimento de fungos na

platibanda também necessita de ações a curto prazo, pois aparentemente eles já geraram degradações no concreto (especialmente na base da platibanda junto as calhas), maiores do que apenas superficial.

A situação de acumulação de água que ocorre nas calhas, por irregularidade do pavimento ou inclinação insuficiente, bem como o acúmulo nas juntas deve ser objeto de reparos a curto prazo segundo as análises pelo modelo utilizado, porém recomenda-se que estas manifestações sejam objeto de cuidado imediato, considerando que estas poças são consideráveis e podem ser focos de insetos vetores de doenças.

A inexistência de ralos também deve ser sanada a curto prazo, diferentemente do que ocorre no bloco C (reparo imediato), o que é plenamente justificável pelo fato dos danos desta anomalia no bloco F serem bem menores, já que essa cobertura e seus elementos recebem pouca vazão da água da chuva pela proteção conferida pelos paraboloides.

Com relação ao reservatório de nível variável que não pode ser analisado pelo método proposto, recomenda-se que os problemas relacionados aqui ao acúmulo e escoamento de água sejam solucionados com a máxima brevidade possível, já que representam focos de larvas de insetos vetores de doenças, bem como pontos de infiltração sobre o laboratório.

## **9 RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS**

Neste capítulo serão apresentadas recomendações acerca da correção das anomalias encontradas nas vistorias. Destaca-se que são simples sugestões de procedimentos passíveis de sanar os problemas, não se caracterizam como planos ou projetos de recuperação, tampouco são as únicas soluções possíveis. Se adotados, profissionais capacitados devem realizar os planos, projetos, detalhamentos, descrições e prescrições de equipamentos, materiais e pessoal necessários, bem como os procedimentos.

As recomendações aqui constantes são compostas por soluções simples e comuns, indicadas na prática e literatura corrente de manutenção e recuperação de construções, sem nenhuma ligação direta com algum autor ou profissional em específico.

O item 9.1 versa sobre as recomendações técnicas para a área vistoriada do sistema de cobertura do bloco C e o 9.2 para a área vistoriada do sistema de cobertura do bloco F.

### **9.1 RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS PARA AS ANOMALIAS ENCONTRADAS NO SISTEMA DE COBERTURA DO BLOCO C**

Para as sujidades e poeiras nas telhas de alumínio a lavagem com água (sem jateamento, pois este pode causar deformações no telhado), sabão e vassouras com cerdas mais macias (não podem ser esfregões de aço, pois arranhariam a superfície) deve bastar. As deformações devem ter a suas flechas melhor avaliadas, pois se o afundamento for pequeno, não é necessário reparo, se forem grandes, pode ser caso para a troca do elemento, o ato de “desamassar” não é recomendado, pois pode levar a fissuração ou até mesmo fratura do material.

As sujidades, poeiras, formações de fungos e manchas superficiais de umidade na estrutura suporte (parte descoberta) podem ser retirados com limpeza por meio de jatos de água sob pressão, em regiões mais impregnadas e rugosas pode ser necessário o uso de jatos de água com jatos de areia simultaneamente. As fissuras ao longo da laje descoberta podem ser preenchidas com resina epóxi para condições úmidas ou grante específicos para este fim, porém as que não são de retração, deve ser verificado se elas ainda estão em processo de abertura – aparentemente já estão estabilizadas. É de extrema importância que esta laje seja adequadamente regularizada para impedir a formação de poças, e também, impermeabilizada, pois ela não foi projetada para ser atingida diretamente pelas intempéries, mas sim protegida por um telhado. Deve-se ter um profissional habilitado para elaboração de projeto de impermeabilização.

As sujidades e impregnações nas claraboias podem ser sanadas com o uso de jatos de água sob pressão.

As sujidades, impregnações, manchas e desenvolvimento de fungos nas calhas de concreto, também, podem ser corrigidas com jatos de água sob pressão e assim como na laje descoberta, em zonas com maiores impregnações pode ser útil o uso de jato de areia e água. Em zonas de acumulação de água a regularização com aplicação de argamassas de reparo próprias pode ser usada. As fissuras podem ser corrigidas com aplicação de resina epóxi para condições úmidas ou grantes e assim como na laje descoberta deve ser verificado se elas ainda não estão em processo de abertura. Devem ser instalados ralos adequados na entrada dos tubos de queda.

As juntas sem proteção devem ser preparadas e receber enchimento e selante. Profissionais habilitados devem realizar o projeto e os procedimentos específicos a este fim.

## **9.2 RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS PARA AS ANOMALIAS ENCONTRADAS NO SISTEMA DE COBERTURA DO BLOCO F**

As recomendações para o telhado e sistema de drenagem (incluindo as juntas existentes) do bloco F são as mesmas indicadas no item 9.1 para os correspondentes do sistema de cobertura do bloco C.

As sujidades, impregnações, manchas e desenvolvimento de fungos na platibanda podem ser solucionados com jateamento de água e como anteriormente, nos casos mais difíceis por jateamento de água e areia. As juntas das platibandas devem ser corretamente impermeabilizadas, com a tecnologia adequada indicada e projetada por um profissional habilitado.

A exposição da armadura em local pontual da platibanda pode ser solucionada por meio da retirada da armadura exposta e degradada, a limpeza e escarificação do concreto no local, a colocação de uma nova armadura com as ancoragens necessárias e o preenchimento com concreto de endurecimento acelerado ou argamassas estruturais de reparo ou grautes, tal procedimento deve ser projetado e detalhado por profissional habilitado. Deve-se ainda avaliar se os motivos que expuseram a armadura cessaram.

## **10 AVALIAÇÃO DE MANUTENÇÃO E USO**

Não foi constatado a existência para os blocos C – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental e F – Laboratório de Hidráulica e Estruturas da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, de planos de manutenção próprios, tampouco para seus sistemas de cobertura, em específico.

A manutenção usual das edificações é de encargo da PRC – Prefeitura Regional do Campus, órgão da Universidade responsável pela infraestrutura (manutenção predial, manutenção de equipamentos, conservação e limpeza, transporte, mudança, jardinagem, telefonia,

comunicação visual e segurança – segundo informações do próprio órgão). A dinâmica de manutenção ocorre por meio de ordens de serviço requeridas pela unidade (no caso o Departamento de Engenharia Civil e Ambiental ou a Faculdade de Tecnologia), ou seja, apenas sob demanda. Frequentemente o próprio ENC realiza de maneira independente manutenções e reparos.

É necessário que ocorra uma adequação que vá ao encontro do prescrito pela ABNT NBR 5674:2012 Manutenção de Edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, inclusive com relação a periodicidade, anual para sistemas de cobertura, como indicado no Quadro 1, na revisão bibliográfica, porém recomenda-se que este período seja menor, mensal para manutenções específicas de retirada de folhas de árvores próximas acumuladas na cobertura, durante o período de chuvas, pois nas vistorias foi identificado uma grande quantidade desse material podendo obstruir calhas e tubos de queda.

Com relação ao uso dos sistemas de cobertura, o do bloco C é utilizado de maneira correta, porém com elementos de uso incorreto, no caso a laje sem a proteção de uma estrutura de telhado. No bloco F, de forma semelhante, a cobertura marginal é utilizada corretamente, porém os reservatórios de nível variável foram simplesmente agregados a este sistema sem os cuidados devidos, sendo utilizado atualmente de maneira inadequada.

## **11 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho pôde identificar de maneira satisfatória um dos principais problemas que acomete os usuários do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental e Laboratório de Hidráulica e Estruturas da Universidade de Brasília, as infiltrações. Manifestação bastante incômoda nas épocas de chuva, impactando diretamente na vida acadêmica, seja no conforto dos espaços de aula, seja em interdições nos espaços de locomoção ou no andamento de pesquisas e ensaios.

A partir da análise de projetos de cobertura originais e sua comparação com o executado pôde-se identificar inconsistências, o caso da cobertura marginal do Bloco F, com projetos de readequação inerentes não fornecidos.

Foi possível descrever a situação atual dos sistemas de cobertura e as anomalias encontradas em áreas específicas de vistoria. Destacando-se que os problemas presentes nas estruturas do bloco C e do bloco F são bem semelhantes, com bastante sujidades, acumulações de detritos, manchas de umidade, desenvolvimento de fungos, inexistência de proteção de tubos de queda dos sistemas de drenagem, acúmulo de folhas nas entradas destas tubulações, levando a um provável entupimento dos mesmos em ambos os casos, o que é justificável pelos edifícios estarem inseridos numa mesma envolvente e sob situações de manutenção semelhantes. Há também em comum o fato de nos dois sistemas de cobertura haverem elementos, no bloco C a laje sem telhado e no bloco F os reservatórios de nível constante, desempenhando funções a que não foram projetados nem adaptados para realizar, no primeiro resistir diretamente a intempéries e no segundo ser parte integrante de um sistema de cobertura.

Há manifestações diferentes, também. No bloco C há um telhado de alumínio bastante sujo e com alguns pontos deformados, no bloco F um telhado de aço galvanizado moderadamente sujo em certa área e limpo em outras, sem deformidades aparente. No ENC há juntas nas calhas e entre partes diversas da construção sem os componentes necessários para dar impermeabilidade as mesmas. No Laboratório de Hidráulica e Estruturas há juntas nas calhas e em algumas platibandas recentemente impermeabilizadas.

As situações que demandam solucionamento mais rápido é as sujidades e acúmulo de detritos nas calhas e instalação de elementos de proteção na entrada dos tubos de queda, recomendando-se também resoluções para as juntas e fissuras na laje descoberta, no caso do bloco C.

É necessário que a gestão de manutenção responsável pelos edifícios se adeque a ABNT NBR 5674:2012, de forma a implantar um plano de manutenção com caráter periódico que possa identificar problemas e resolvê-los de maneira mais efetiva, evitando transtornos recorrentes a comunidade acadêmica e economizando verba da UnB, inclusive, a medida que anomalias identificadas rapidamente, em fases iniciais são, geralmente, de reparo mais barato.

Apesar de não ter sido objeto de vistoria externa e mais detalhada, análise de prioridade de intervenção e recomendações técnicas, por não ter sido parte componente das zonas de visita, na cobertura formada pelos paraboloides de concreto armado do bloco F, recomenda-se fortemente que trabalhos de inspeção e análise detalhados sejam realizados, pois na vistoria interna para constatação de problemas verificou-se situações que podem ensejar cuidados

especiais por haver chance de riscos estruturais, como a exposição da armadura e movimentação aparentemente excessiva das cascas dos paraboloides, necessitando de levantamentos para confirmar e quantificar esses riscos e caso positivo delimitar as ações necessárias.

Para trabalhos futuros recomenda-se a realização de uma pesquisa formal com os usuários sobre a experiência na utilização das instalações da FT, pois isso pode mostrar problemas não identificados nas atividades desta monografia.

Podem ser realizadas vistorias e quantificação da prioridade de intervenção de outras coberturas na Universidade de Brasília utilizando a mesma metodologia proposta por Morgado (2012) para comparação de resultados e uma avaliação mais ampla da situação dos sistemas na cobertura da universidade.

Pode ser realizado o cálculo da prioridade de intervenção para as áreas vistoriadas dos blocos C e F por outros métodos, para comparação de resultados no que tange a classificação de cada elemento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROZEWICZ, P. H L. **Construção de edifícios do início ao fim da obra**. 1ª Edição. São Paulo: PINI, 2015.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. D1079: **Standard Terminology Relating to Roofing and Waterproofing**. Pensilvânia: 2016.

ANTONELLI, Glydson R.; CARASEK, Helena; CASCUDO, Oswaldo. Levantamento das manifestações patológicas de lajes impermeabilizadas em edifícios habitados de Goiânia-GO. In: **IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, 9, 2002, Foz do Iguaçu. Anais ENTAC, Foz do Iguaçu, 2002. 1415-1424.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro: 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452: Inspeção de Pontes, viadutos e passarelas de concreto**. Rio de Janeiro: 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574: Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro: 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto**. Rio de Janeiro: 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844: Instalações prediais de água pluviais**. Rio de Janeiro: 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-5: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos para sistemas de cobertura**. Rio de Janeiro: 2013.

AZEREDO, H. A. **O Edifício até sua Cobertura**. 2ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

CARDOSO, F. **Coberturas em Telhados: Notas de Aula Tecnologia da Construção de Edifícios II**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2000.

DJI\_0244. Lenildo da Silva Santos. Produção: Lenildo da Silva Santos. Faculdade de Tecnologia: [S.I.], 2017. Vídeo em arquivo “.mov” (33 segundos).

HODGES, C. **Effective roof management - Understanding the life cycle of your roof systems**, 8DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components. Vancouver, 1213-1222, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de inspeção predial nacional**. São PAULO: 2012.

MORGADO, João Nicolau Pires Lopes Veiga. **Plano de inspeção e manutenção de coberturas de edifícios correntes**. 2012. 267f. Dissertação de Mestrado – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

PICCHI, F. A. **Impermeabilização de Coberturas**. 1ª Edição. São Paulo: PINI, 1986.

REIS, F.S.B. dos; SOUZA, U. E. L. **Coberturas com telhados**: definições, características gerais e visão analítica. São Paulo: EPUSP, 2007. Boletim Técnico PCC 456.

ROCHA, Pedro Tomé da. **Anomalias em coberturas de terraço e inclinadas**. 2008. 179f. Dissertação de Mestrado – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

**ANEXO A – ELEMENTOS FONTES DE MANUTENÇÃO (EFM); MORGADO (2012)**

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Envolvente exterior horizontal (coberturas inclinadas)	Revestimentos	Pétreo natural	Soletos de ardósia
			Granito
			Xisto
		Pétreo artificial	Fibrocimento
			Telha cerâmica
			Telha de micro-betão
		Metálico	Vidro
			Zinco
			Aço
			Alumínio
			Ferro
			Chumbo
			Cobre
		Plástico	Chapa de policarbonato alveolar (PC)
			Chapa de policloreto de vinilo (PVC)
			Chapa de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV)
			Chapa de polimetacrilato de metilo (PMMA)
		Misto	Telha asfáltica
			Painel <i>sandwich</i>
	Chapas de bio-fibras		
	Chapas de aço revestidas com betume e folhas de alumínio		
	Telha de soletos metálicos com grânulos minerais		
	Estrutura de suporte	Contínua	Laje de betão armado
			Madeira
		Descontínua	Betão armado
			Aço
			Alvenaria
	Sistema de ventilação	-	Mista
			Micro-ventilação
			Ventilação do desvão
			Telhas de ventilação
			Beiral com ventilação
			Bandas de ventilação
	Singularidades	Sistema de remates	Ventiladores
			Remates em tubagens emergentes
			Remates em cumeeiras
			Remates no rincão
			Remates no laró
			Remates nas paredes emergentes
			Remates no beiral
		Remates nas juntas de dilatação	
		Sistema de drenagem	Tubos de queda PVC
			Caleiras de alvenaria
Caleiras metálicas			
Janelas e clarabóias		Madeira	
		Alumínio	
		PVC	
		Vidro	
Alvenarias		Acrílico	
		Pedra natural	
	Betão		
			Cerâmica

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Envolvente exterior horizontal (coberturas planas)	Estrutura de suporte	Contínua	Laje maciça
			Laje aligeirada
			Pré-lajes
		Descontínua	Pranchas vazadas
			Perfis especiais
			Chapas metálicas nervuradas
	Camada de impermeabilização	Tradicional	Pranchas de madeira
			Camadas múltiplas de asfalto
			Camadas múltiplas de emulsões betuminosas
		Não tradicional	Camadas múltiplas de membranas, telas ou feltros betuminosos
			Camadas múltiplas de resina acrílicas
			Camadas múltiplas de resinas poliméricas
			Camadas múltiplas de emulsões de betumes modificados
			Espumas de poliuretano
			Membranas de betumes modificados
			Membranas termoplásticas
	Membranas elastoméricas		
	Sistema de protecção	Protecção leve	Mineral
			Sintético
			Metálica
		Protecção pesada solta	Godó
			Calhau ou seixo
			Material britado
		Protecção pesada rígida	Betonilha
			Pavimento
			Betão simples
			Material cerâmico
			Peças de madeira
			Materiais mistos
	Singularidades	Remates	Com platibandas ou paredes emergentes
			Com coroamento de platibanda
			Em juntas de dilatação
			Com soleiras de portas
Com tubos de queda			
Com caleiras			
Com base de apoio de equipamentos diversos			
Sistema de drenagem		Com tubagens emergentes	
		Caleiras	
Alvenarias		Tubos de queda	
		Ralos	
		Pedra natural	
		Betão	
			Cerâmica

## ANEXO B – ANOMALIAS ASSOCIADAS A EFM'S; MORGADO (2012)

EFM afectados em coberturas inclinadas	Anomalias existentes
A-R Anomalias em revestimentos	A-R 1 Deformações acentuadas do revestimento
	A-R 2 Desalinhamento de elementos de revestimento
	A-R 3 Desprendimento de elementos de revestimento
	A-R 4 Acumulação de detritos e sujidade superficial
	A-R 5 Corrosão
	A-R 6 Descasque / escamação / esfoliação
	A-R 7 Desenvolvimento de vegetação parasitária
	A-R 8 Diferenças de tonalidade
	A-R 9 Desagregação
	A-R 10 Fissuração / fracturação
	A-R 11 Sobreposição insuficiente ou excessiva de elementos de revestimento
A-E Anomalias na estrutura de suporte	A-E 1 Deformação excessiva
	A-E 2 Fendilhação / fracturação
	A-E 3 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-E 4 Degradação biológica, por efeito de fungos, insectos xilófagos
	A-E 5 Desagregação
	A-E 6 Esmagamentos localizados
	A-E 7 Falta de resistência, contraventamento ou rigidez
	A-E 8 Empolamentos
	A-E 9 Corrosão
	A-E 10 Humidades
A-V Anomalias no sistema de ventilação	A-V 1 Sujidade superficial ou acumulação de detritos
	A-V 2 Ausência de sistema de ventilação
	A-V 3 Distribuição incorrecta dos elementos de ventilação
A-S Anomalias no sistema de remates	A-S 1 Deslocamento dos remates de impermeabilização
	A-S 2 Descolamento dos remates
	A-S 3 Fissuração / fracturação
	A-S 4 Dimensão insuficiente dos remates
	A-S 5 Empolamentos
	A-S 6 Sujidade superficial ou acumulação de detritos
	A-S 7 Acumulação de vegetação parasitária
A-D Anomalias no sistema de drenagem	A-D 1 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-D 2 Manchas de água
	A-D 3 Acumulação de água
	A-D 4 Fraca inclinação e secção das caleiras
	A-D 5 Rotura das caleiras
	A-D 6 Corrosão
	A-D 7 Perfurações
	A-D 8 Inexistência de tubos de queda
	A-D 9 Inexistência de ralos de embocadura
A-F Anomalias nos elementos de fixação e restantes elementos metálicos	A-F 1 Corrosão
	A-F 2 Aperto insuficiente ou excessivo dos elementos de fixação
	A-F 3 Excesso ou ausência de fixações
	A-F 4 Perda de resistência
	A-F 5 Descasque
	A-F 6 Fracturação e perda de secção
A-C Anomalias em clarabóias e janelas	A-C 1 Fissuração
	A-C 2 Perfurações
	A-C 3 Pintura empolada
	A-C 4 Corrosão
	A-C 5 Defeitos na abertura
	A-C 6 Sujidade superficial e acumulação de detritos em zonas singulares
	A-C 7 Perda de estanqueidade à água - Infiltrações
	A-C 8 Ataque de fungos de podridão e insectos xilófagos
	A-C 9 Empenamento
A-A Anomalias em alvenarias da cobertura	A-A 1 Fissuração / fracturação
	A-A 2 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-A 3 Acumulação de vegetação parasitária
	A-A 4 Desagregação
	A-A 5 Esmagamento
	A-A 6 Presença de infiltrações
	A-A 7 Humidificação da alvenaria

<b>EFM afectados em coberturas planas</b>	<b>Anomalias existentes</b>
<b>A-E Anomalias na estrutura de suporte</b>	A-E 1 Deformação excessiva
	A-E 2 Fendilhação / fracturação
	A-E 3 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-E 4 Degradação biológica, por efeito de fungos, insectos xilófagos
	A-E 5 Desagregação
	A-E 6 Esmagamentos localizados
	A-E 7 Falta de resistência, contraventamento ou rigidez
	A-E 8 Empolamentos
	A-E 9 Corrosão
	A-E 10 Humidades
<b>A-I Anomalias na impermeabilização</b>	A-I 1 Fissuração generalizada
	A-I 2 Fissuração localizada
	A-I 3 Perfurações
	A-I 4 Rasgamentos
	A-I 5 Enrugamentos ou dobras
	A-I 6 Empolamentos ou bolsas de ar
	A-I 7 Descolamento e juntas de sobreposição das membranas
	A-I 8 Juntas de sobreposição das membranas sem largura uniforme
	A-I 9 Deformação acentuada sob os apoios de lajetas de sombreamento
	A-I 10 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-I 11 Acumulação de água e manchas de corrosão em locais pontuais
	A-I 12 Acumulação de vegetação parasitária
	A-I 13 Ausência de impermeabilização
<b>A-L Anomalias na protecção leve da impermeabilização</b>	A-L 1 Granulado mineral removido em áreas significativas
	A-L 2 Autoprotecção da membrana fissurada ou rasgada
	A-L 3 Granulado mineral acumulado nas zonas mais abrigadas da acção do vento
<b>A-P Anomalias na protecção pesada da impermeabilização</b>	A-P 1 Material rolado ou britado deslocado para zonas mais abrigadas do vento
	A-P 2 Dimensão do agregado muito variável
	A-P 3 Espessura insuficiente da camada de material rolado ou britado
	A-P 4 Lajetas de sombreamento partidas e desniveladas
	A-P 5 Inexistência de juntas de esquadramento
	A-P 6 Descolamento de ladrilhos colados
	A-P 7 Fissuração / fractura de ladrilhos
	A-P 8 Eflorescências
	A-P 9 Fissuração da betonilha ou da camada de betão da protecção pesada
	A-P 10 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-P 11 Acumulação de água e manchas de corrosão em locais pontuais
	A-P 12 Acumulação de vegetação parasitária
<b>A-S Anomalias no sistema de remates</b>	A-S 1 Fissuração dos remates
	A-S 2 Fissuração dos remates nas juntas de dilatação
	A-S 3 Insuficiente altura dos remates
	A-S 4 Fluência ou deslizamento dos remates
	A-S 5 Inadequado capeamento do coroamento das platibandas
	A-S 6 Descolamento dos remates
	A-S 7 Sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária
<b>A-D Anomalias em sistemas de drenagem</b>	A-D 1 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-D 2 Manchas de água
	A-D 3 Fissuração / fracturação
	A-D 4 Fraca inclinação e secção das caleiras
	A-D 5 Rotura das caleiras
	A-D 6 Corrosão
	A-D 7 Perfurações
	A-D 8 Inexistência de tubos de queda
	A-D 9 Inexistência de ralos de embocadura
<b>A-F Anomalias nos elementos de fixação e restantes elementos metálicos</b>	A-F 1 Corrosão
	A-F 2 Aperto insuficiente ou excessivo dos elementos de fixação
	A-F 3 Excesso ou ausência de fixações
	A-F 4 Perda de resistência
	A-F 5 Descasque
	A-F 6 Fracturação e perda de secção
<b>A-A Anomalias em alvenarias da cobertura</b>	A-A 1 Fissuração / fracturação
	A-A 2 Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-A 3 Acumulação de vegetação parasitária
	A-A 4 Desagregação
	A-A 5 Esmagamento
	A-A 6 Presença de infiltrações
	A-A 7 Humidificação da alvenaria

## ANEXO C – FOLHA DE IDENTIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO; MORGADO (2012)

Ficha de inspecção N.º	
Técnico responsável	
Data da inspecção	

Informação geral do edifício						
Nome / localização do edifício						
Ano de construção						
Caracterização funcional	Comércio		Habitação		Serviço	Outro
N.º de pisos						
Tipo de envolvente	Rural		Urbana		Marítima	
Contactos efectuados	Proprietário		Projectista		Empreiteiro	Outro
Intervenções anteriores na cobertura						
Datas Responsáveis						
Observações						

Identificação fotográfica

## ANEXO D – CARACTERIZAÇÃO DAS COBERTURAS; MORGADO (2012)

Caracterização de coberturas planas				
Acessibilidade da cobertura	Não acessível		Acessível a veículos	
	Acessível a pessoas		Especiais	
Área da cobertura				
Elementos fonte de manutenção	Estrutura de suporte	Continua	Laje maciça	
			Laje aligeirada	
			Pré-lajes	
		Descontinuas	Pranchas vazadas	
			Perfis especiais	
			Chapas metálicas nervuradas	
	Camada de impermeabilização	Tradicional	Pranchas de madeira	
			Camadas múltiplas de asfalto	
			Camadas múltiplas de emulsões betuminosas	
		Não tradicional	Camadas múltiplas de membranas, telas ou feltros betuminosos	
			Camadas múltiplas de resina acrílicas	
			Camadas múltiplas de resinas poliméricas	
			Camadas múltiplas de emulsões de betumes modificados	
			Espumas de poliuretano	
			Membranas de betumes modificados	
			Membranas termoplásticas	
	Membranas elastoméricas			
	Sistema de protecção	Protecção leve	Mineral	
			Sintético	
			Metálica	
		Protecção pesada solta	Godó	
			Calhau ou seixo	
			Material britado	
			Betonilha	
			Pavimento	
			Betão simples	
		Protecção pesada rígida	Material cerâmico	
			Peças de madeira	
			Materiais mistos	
	Com platibandas ou paredes emergentes			
	Com coroamento de platibanda			
	Em juntas de dilatação			
	Singularidades	Sistema de remates	Com soleiras de portas	
			Com tubos de queda	
			Com caleiras	
			Com base de apoio de equipamentos diversos	
		Sistema de drenagem	Com tubagens emergentes	
			Caleiras	
			Tubos de queda	
			Ralos	
	Alvenarias	Pedra natural		
		Betão		
Cerâmica				

Caracterização de coberturas inclinadas					
Forma da cobertura	Regular uma água		Regular quatro águas		
	Regular duas águas		Pavilhão		
	Regular três águas		Irregular		
Área da cobertura					
Inclinação da cobertura					
Elementos fonte de manutenção	Revestimentos	Pétreo natural	Soletos de ardósia		
			Granito		
			Xisto		
		Pétreo artificial	Fibrocimento		
			Telha cerâmica		
			Telha de micro-betão		
		Metálico	Vidro		
			Zinco		
			Aço		
			Alumínio		
			Ferro		
			Chumbo		
		Plástico	Cobre		
			Chapa de policarbonato alveolar (PC)		
			Chapa de policloreto de vinilo (PVC)		
			Chapa de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV)		
		Misto	Chapa de polimetacrilato de metilo (PMMA)		
			Telha asfáltica		
			Painel <i>sandwich</i>		
	Chapas de bio-fibras				
	Chapas de aço revestidas com betume e folhas de alumínio				
	Estrutura de suporte	Continua	Telha de soletos metálicos com grânulos minerais		
			Laje de betão armado		
		Descontinua	Madeira		
			Betão armado		
			Aço		
	Sistema de ventilação	-	Alvenaria		
			Mista		
			Micro-ventilação		
			Ventilação do desvão		
			Telhas de ventilação		
			Beiral com ventilação		
	Singularidades	Sistema de remates	Bandas de ventilação		
			Ventiladores		
			Remates em tubagens emergentes		
			Remates em cumeeiras		
			Remates no rincão		
			Remates no laró		
		Sistema de drenagem	Remates nas paredes emergentes		
			Remates no beiral		
			Remates nas juntas de dilatação		
		Janelas e clarabóias	-	Tubos de queda PVC	
				Metal	
				Caleiras de alvenaria	
				Caleiras metálicas	
				Madeira	
		Alvenarias	-	Alumínio	
PVC					
Vidro					
Acrílico					
		Pedra natural			
		Cimento			
		Cerâmica			

**ANEXO E – FICHA DE INSPEÇÃO; MORGADO (2012)**

Ficha de inspeção de coberturas de edifícios																							
EFM	Anomalias	Agressividade do meio			Extensão			Nível de degradação				Severidade das anomalias					P <sub>ponderado</sub>	P <sub>interv.</sub>	Prioridade de intervenção				Acções correctivas
		R	M	A	R	M	A	0	1	2	3	A	B	C	D	E			1	2	3	4	
Observações																							