

## Inspeção e avaliação dos sistemas de cobertura: um estudo de caso

L. M. A. Santos<sup>1\*</sup> , L. F. Andrade<sup>2</sup> , C. H. A. F. Pereira<sup>1</sup> 

\* Autor de Contato: [laramonalisa.arq@gmail.com](mailto:laramonalisa.arq@gmail.com)

DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i3.413>

Recepção: 30/04/2019 | Aceitação: 24/07/2019 | Publicação: 30/08/2019

### RESUMO

O sistema de cobertura de um dos prédios da Universidade de Brasília - DF é caracterizado e avaliado. As principais anomalias existentes nos sistemas de telhado são analisadas e a prioridade de intervenção é sistematizada, a fim de correlacioná-las com as medidas corretivas. Os fatores limitantes para a inspeção das estruturas foram a acessibilidade, bem como a falta de projetos de intervenção. Os resultados obtidos relataram que as principais anomalias encontradas nos sistemas estão relacionadas à falta de manutenção. O estudo traz também, como contribuição, indicações e recomendações técnicas para a resolução de situações.

**Palavras-chave:** sistemas de cobertura; inspeção de coberturas; patologias de coberturas; anomalias.

**Citar como:** Santos, L. M. A., Andrade, L. F., Pereira, C. H. A. F. (2019), “*Inspeção e avaliação dos sistemas de cobertura: um estudo de caso*”, Revista ALCONPAT, 9 (3), pp. 350 – 363, DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i3.413>

<sup>1</sup> Structures and Civil Construction Graduate Program - Universidade de Brasília, Brasília, Brazil.

<sup>2</sup> Civil Engineering Department – Universidade de Brasília, Brasília, Brazil.

### Informações legais

Revista ALCONPAT é uma publicação trimestral da Associação Latino-Americana de Controle de Qualidade, Patologia e Recuperação de Construção, Internacional, A.C., Km. 6, antiga estrada para Progreso, Merida, Yucatán, C.P. 97310, Tel.5219997385893, [alconpat.int@gmail.com](mailto:alconpat.int@gmail.com), Website: [www.alconpat.org](http://www.alconpat.org)

Editor responsável: Dr. Pedro Castro Borges. Reserva de direitos de uso exclusivo No.04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos concedidos pelo Instituto Nacional de Direitos Autorais. Responsável pela última atualização deste número, Unidade de Informática ALCONPAT, Eng. Elizabeth Sabido Maldonado, Km. 6, antiga estrada para Progreso, Mérida, Yucatán, C.P. 97310.

As opiniões expressas pelos autores não refletem necessariamente a posição do editor.

É totalmente proibida a reprodução total ou parcial dos conteúdos e imagens da publicação sem autorização prévia do ALCONPAT International A.C.

Qualquer discussão, incluindo a resposta dos autores, será publicada no segundo número do ano 2020, desde que a informação seja recebida antes do fechamento do primeiro número do ano de 2020.

## Inspection and evaluation of roofing systems: a case study

### ABSTRACT

The roof system of one of the buildings of the University of Brasília - DF is characterized and evaluated. The main existing anomalies in the roof systems are analyzed and the intervention priority is systematized, in order to correlate them with the corrective measures. The limiting factors for the inspection of the structures were accessibility as well as the lack of intervention projects. The results obtained reported that the main anomalies found in the systems are related to the lack of maintenance. The study also brings, as a contribution, indications and technical recommendations for the resolution of situations.

**Keywords:** roofing systems; roof inspection; roofing pathologies; anomalies.

## Inspección y evaluación de sistemas de techado: un estudio de caso

### RESUMEN

Se caracteriza y evalúa el sistema de cubierta de una de las edificaciones de la Universidad de Brasília - DF. Se analizan las principales anomalías existentes en los sistemas de cubiertas y se sistematiza la prioridad de intervención, con el propósito de correlacionarlas con las medidas correctivas. Los factores limitantes para la inspección de las estructuras fueron la accesibilidad, así como la falta de proyectos de intervención. Los resultados obtenidos reportaron que las principales anomalías encontradas en los sistemas están relacionadas con la falta de mantenimiento. El estudio trae, además, como contribución, indicaciones y recomendaciones técnicas para la resolución de las situaciones.

**Palabras clave:** sistemas de cubierta; inspección de cubiertas; patologías de cubiertas; anomalías.

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de cobertura, na maioria dos edifícios, são os que mais recebem a ação de fatores atmosféricos, inclusive, com a constituição de suas partes, projetadas para resistir e definir barreira a essas ações. Desta maneira é coerente definir que as manifestações patológicas decorrentes destes processos são as mais comuns em coberturas. Estudos e análises realizadas por Rocha (2008) em Portugal. Azeredo (1997), Ambrozewicz (2015, p.203) e ASTM D1079 (2016, p.8) descrevem também, este elemento, como parte integrante de sistemas de controle ambiental, ou seja, responsáveis por adequações térmicas e higroscópicas de ambientes.

A principal função de um telhado é isolar um edifício para criar um ambiente interno selado e protegido, por meio de uma barreira contra agentes externos, como temperatura, umidade, chuva, vento e ruído. Existem também ações indiretas, como projeto incorreto ou má execução, que atualmente são as ameaças mais proeminentes para o desempenho de um telhado (Rato, 2003). Para Lopes (2010) essas ações, apesar do surgimento de novos e melhores materiais impermeabilizantes, estão intimamente relacionadas à falta de treinamento dos instaladores e são uma fonte frequente de problemas, como vazamento de água para as camadas subjacentes.

Segundo Ferraz et al., (2016) as atividades de reabilitação e manutenção são fatores-chave para a sustentabilidade dos edifícios, sendo essencial desenvolver uma interpretação correta dos defeitos, apoiada em meios de diagnóstico, com o objetivo de aumentar significativamente os padrões de qualidade dos edifícios e subsequente sua vida útil. Portanto, a identificação, a classificação, e o planejamento de todas as etapas dos processos de inspeção são impreteríveis para o diagnóstico.

O uso de coberturas planas tem ganhado força no setor da construção civil, e há pouca informação sobre a correlação entre os tipos mais comuns de anomalias, as causas mais prováveis, testes de

diagnóstico aplicáveis e as técnicas de reabilitação mais adequadas. As inspeções pretendem identificar as causas e os pré-requisitos de cada anomalia, permitindo durante a fase de uso, maior capacidade de detectar a necessidade de inspeção e, assim, reduzir o risco de anomalias inesperadas (Conceição et al., 2019).

A justificativa que levou a realização da pesquisa, se deu pelo fato dos problemas nos sistemas de cobertura se constituírem em um dos componentes mais elementares de uma edificação, à medida que se caracteriza, juntamente com o fechamento vertical, a principal barreira das edificações contra intempéries. Sendo assim, é feito um estudo do atual estado do sistema de cobertura, por meio de definições das anomalias existentes e a solução de problemas presentes nestes elementos, para garantir o bom funcionamento das construções e conseqüentemente das suas atividades.

## 2. OBJETIVO

O objetivo principal consiste na caracterização do estado atual e avaliação dos sistemas de cobertura em áreas específicas, com a descrição e classificação das anomalias de um edifício localizado na Universidade de Brasília no Distrito Federal - Brasil.

## 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Assim como qualquer outro sistema que compõe uma edificação, o sistema de cobertura também está passível de sofrer com as manifestações patológicas que passam surgir durante a vida útil da mesma, comprometendo assim, seu nível de desempenho requerido. Infiltrações podem vir a ocorrer quando o sistema de cobertura não possui sua impermeabilização feita de maneira correta ou quando, por algum motivo, ela deixou de agir e passou a abrir espaço para a percolação da água (Frazão, 2015).

Por estas razões e de forma semelhante a outros materiais e elementos de construção, eles devem estar sujeitos a um processo sistemático de inspeção de rotina em que um diagnóstico seja desenvolvido (Walter et al., 2005).

A comunidade científica tem dedicado mais atenção ao vasto campo de inspeção, diagnóstico, manutenção e reabilitação de edifícios, incluindo sistemas para apoiar à inspeção de anomalias (Ferraz, G.T. et al., 2016). Com o intuito de fornecer bons resultados, este processo de inspeção e diagnóstico deve ser planejado e padronizado. Portanto, além de um cronograma, o inspetor deve seguir um conjunto de procedimentos padrões para obter resultados confiáveis.

No estudo realizado por Conceição et al., (2019) onde obteve como análises de dados a inspeção de 105 coberturas planas, e determinou que o uso do sistema de inspeção, diagnóstico e reabilitação criado aumenta a objetividade e eficácia de uma inspeção. O autor também frisa que as fichas de inspeção são necessárias para uma caracterização adequada das anomalias, além de utilizar um dos métodos recomendados durante as inspeções, sendo este o uso de mapeamento. O mapeamento determina a incidência de cada anomalia, bem como a sua gravidade, permitindo a criação de seu projeto de reparo e de outros elementos construtivos.

Conceição et al., (2017) propõe um sistema com classificação de técnicas para diagnosticar anomalias em coberturas planas associadas através de uma matriz de correlação, afirmando que durante a inspeção, todas as anomalias devem ser identificadas e classificadas. O autor caracteriza técnicas de diagnóstico e descreve que os aspectos visuais foram o único critério utilizado para a classificação das anomalias.

### 3.1 Normativas de inspeção predial

Disponível no Brasil, com o objetivo de auxiliar os profissionais do ramo, tem-se a norma ABNT NBR 5674:2012 Manutenção de Edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção

através de procedimentos gerais que devem ser implementados. Para tanto, se faz necessário os procedimentos de manutenção nos elementos das construções durante sua vida útil e anterior a esta fase, inspeções para a avaliação e correta prescrição da manutenção.

A norma ABNT NBR 5674:2012 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 das reclamações de usuários.

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, sendo esta uma Norma de Inspeção Predial Nacional. O IBAPE define procedimentos de inspeção de edificações com vistas ao que é requerido na ABNT NBR 5674:2012 e na ABNT NBR 15575-1:2013, sobre manutenção de edificações e requisitos gerais de desempenho de edificações habitacionais, respectivamente. Tal normativa, especifica que as inspeções realizadas devem ser classificadas em três níveis de complexidade e posteriormente listado todos os sistemas e elementos a serem vistoriados, por meio de uma sequência sistemática 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. Além de definidos as prioridades de tratamento das anomalias e falhas com base em metodologias definidas e apropriadas aos elementos. Tais prioridades determinarão a necessidade de possíveis interdições, totais ou parciais da estrutura (Ibape, 2012).

Também 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.

## 4. MÉTODO

Para atingir os objetivos do trabalho, o método utilizado para a inspeção será conforme o requerido pela Norma de Inspeção Nacional do IBAPE que define os procedimentos de inspeção de edificações, e a norma ABNT NBR 5674:2012, sob a vistoria e definição de critérios de atribuição de prioridades de intervenção proposto por Morgado (2012) em Portugal. O método é aplicado em um estudo de caso, este sendo um dos edifícios da Universidade de Brasília (UnB).

### 4.1 Definição do critério para prioridade de intervenção

De maneira simplificada, na metodologia apresentada por Morgado (2012), com relação a inspeção, são identificados *in loco* os elementos de uma cobertura sob a ótica de manutenção e inspeção, os chamados de Elementos Fontes de Manutenção (EFM), para que possam ser registrados e sistematizados as patologias, causas e intervenção que possam vir a ser propostas. Os EFM's podem ser encontrados nas Tabelas 4.1 e 4.2 da dissertação de Morgado (2012).

A cada EFM é associado as possíveis anomalias para cada elemento, para isso são utilizados as Tabelas 4.3; 4.4; 4.5 e 4.6 para as manifestações presente em Morgado (2012).

Cada uma das anomalias identificadas possui 4 critérios para caracterizá-la. A agressividade do meio 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 a seguir para estas informações.

Tabela 1. Proposta de classificação de anomalias em EFM de coberturas de edifícios (Adaptado de Morgado, 2012).

Crítérios	Nível	Descrição	Pontuação	Fator 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 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 ações de manutenção	2	
	C	Diminuição da durabilidade dos elementos	3	
	D	Funcionalidade do edifício afetada	4	
	E	Perigo para a segurança dos utentes	5	

O indicador para o escalonamento das prioridades de intervenção desenvolvido por Morgado (2012) é calculado tendo em consideração o peso de cada anomalia com o pior dos cenários. Cada manifestação tem seu peso calculado conforme a Equação 1 de acordo com os valores presentes na Tabela 2.

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

Em que:

$P_{anomalia}$  = peso de cada anomalia em análise;

A = agressividade do meio;

E = extensão da anomalia;

D = nível de degradação;

S = severidade.

Para determinar o indicador de prioridade de intervenção, o  $P_{anomalia}$  é ponderado com o valor correspondente a pior situação possível, conforme a Equação 2.

$$P_{intervenção} = \frac{P_{anomalia}}{\text{Max}(P_{anomalia})} \times 100 = \frac{1xA + 2xE + 3xD + 4xS}{41} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

$P_{intervenção}$  = indicador para o escalonamento da prioridade de intervenção;

$P_{anomalia}$  = peso de cada anomalia em análise.

Através da aplicação destes cálculos, é possível determinar diversos valores e percentuais e assim hierarquizar a urgência das ações de manutenção corretiva.

Por último, após a posse da nota  $P_{ponderado}$ , ela deve ser corrigida para um índice em porcentagem que indica a celeridade exigida para correção do problema, denominado  $P_{intervenção}$ , em que os intervalos estão presentes na Tabela 2, com uma escala dividida em quatro níveis.

Tabela 2. Proposta de classificação de prioridade de intervenção em EFM de coberturas.  
(Adaptado de MORGADO, 2012)

Nível	Prioridade de intervenção	$P_{intervenção}$
1	Ações sem urgência	$24\% \leq P_{intervenção} \leq 40\%$
2	Ações a médio prazo (2 a 5 anos) com necessidade de monitorizar	$40\% \leq P_{intervenção} \leq 60\%$
3	Ações a curto prazo (1 a 2 anos)	$61\% \leq P_{intervenção} \leq 80\%$
4	Ações de prioridade imediata (6 meses)	$P_{intervenção} \geq 80\%$

#### 4.2 Descrição do estudo de caso, estrutura e vedação

Para este trabalho é proposto a inspeção e avaliação dos sistemas de cobertura do Bloco C - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental (ENC) da Faculdade de Tecnologia (FT) da Universidade de Brasília – UnB que possui uma área total de 17.500m<sup>2</sup> localizada no Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, às margens da via L3. A identificação do Bloco C, em meio a toda FT, encontra-se destacado em vermelho na Figura 1, a seguir:

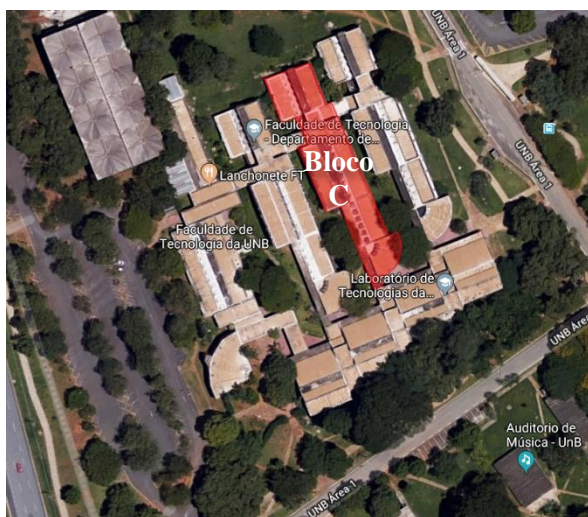


Figura 1. Situação dos Edifícios na Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília; - 15.763476° Latitude e -47.872465° Longitude (Adaptado de Google maps, 2019).

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.

O projeto do sistema de cobertura do bloco C é composta por 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 nervuradas protegido pelas telhas.

Nas zonas de laje impermeabilizada estão os módulos com *shed* para a iluminação zenital, as soleiras e a cobertura do hall de entrada do auditório. Os telhados são os responsáveis por

transportar as águas pluviais até calhas perimetrais de seção retangular, construídas no próprio concreto e impermeabilizadas.

A partir de consultas realizadas na Prefeitura do Campus (PRC) e departamento, verificou-se que não possui um plano de manutenção para o bloco C. A norma do IBAPE, preza como fase preliminar de inspeção tomar junto a usuários e responsáveis pela obtenção de informações e reclamações que tiveram do ambiente.

Os problemas listados pelos usuários, serviram de guia para a definição de áreas de foco nas vistorias. A partir disto, alunos e funcionários do ENC demonstraram grande desconforto relacionado ao sistema de cobertura durante o período chuvoso no Distrito Federal, de setembro a abril.

### 4.3 Vistoria

Para a realização utilizou-se uma folha com informações gerais da edificação proposto por Morgado (2012), identificado em seu trabalho no Anexo A.4.1. Durante a visita uma segunda folha com a caracterização da cobertura de acordo com a tipologia (cobertura plana ou inclinada pela classificação de Morgado (2012)) e elementos fontes de manutenção.

#### 4.3.1 Descrição das áreas de foco da vistoria

A partir dos projetos fornecidos pelo no Centro de Planejamento Oscar Niemayer (CEPLAN), destaca-se na Figura 2 o atual sistema de cobertura do bloco C, respectivamente o Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – ENC, e as áreas de focos representadas.



Figura 2. Destaque na planta de situação para a área construída (Adaptado de CEPLAN, 1973).

As queixas concentram-se sobre infiltrações no corredor de sala de aula do ENC (área foco 1, 2 e 3) mostrado na Figura 3, na sala de aula CT 25/15 (área foco 4) com vertimento de água na parede, que segundo usuários vem do encontro entre a viga que sustenta a cobertura e a alvenaria, figura 4. E por fim, no bloco C – ENC, há queixas acerca dentro do Auditório do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, no centro da sala, também junto a vigas que sustentam a cobertura (área foco 5) Figura 5.

#### 4.3.2 Problemas identificados

O sistema de cobertura avaliado do bloco C – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental apresenta-se generalizadamente sujo, com formações de fungos, especialmente próximo as árvores que margeiam a edificação. Tais manifestações tem origem por fatores da dinâmica da natureza da envoltória. Há de se salientar que as causas e manifestações apresentadas são apenas hipóteses prováveis e determinadas a partir da inspeção tátil visual que ocorreu durante a visita *in loco*.

*a) Área de Foco 1, 2 e 3*

Na visita interna realizada no dia 30/10/2018 no período da manhã, após um período de chuva, percebeu-se infiltrações no teto do corredor das salas de aulas (área 1, 2 e 3), mesmo depois que chuva já havia cessado, como demonstrado na Figura 3 e Figura 4. As goteiras são múltiplas e estão dispersas numa ampla área do teto.



Figura 3. Goteiras no forro do teto do corredor com bolor, manchas de umidade e descascamento do revestimento.



Figura 4. Telhado deformado com acúmulo de água e presença de detritos.

*b) Área de Foco 4*

Outro grande gerador de reclamações no Bloco C são as infiltrações na sala de aula CT 25/15 (área 4) do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. As imagens fornecidas foram feitas na manhã do dia 29/10/2018, após uma noite chuvosa. Nas imagens da Figura 5 e Figura 6 destaca-se que as infiltrações possuem fluxo de água com origem na transição viga-alvenaria no interior da sala, e na extremidade da zona de vistorias, próximo a zona de foco 4, há uma junta estrutural sem indícios de selante para impedir a passagem de água.



Figura 5. Escorrimento de água na interface viga-alvenaria



Figura 6. Junta estrutural sem selante

*c) Área de Foco 5*

Outro local em que foi expresso situações de desconforto relacionado a perda de desempenho de estanqueidade da cobertura, foi o auditório do ENC (área 5). A vistoria interna foi realizada no dia 13/11/2018 para a verificação de infiltrações relatados. É possível constatar junto a uma viga do teto do auditório marcas de goteiras recém-secas, inclusive com as poças provenientes ainda no



piso. A Figura 7 e Figura 8 a seguir ilustra tais manchas que indicam o caminho da água e a formação de poças de água.



Figura 7. Manchas de umidade no teto em destaque



Figura 8. Poças de água formadas pela goteira

#### d) Áreas que influenciam no desempenho do sistema

Estas áreas foram descobertas a partir da realização da inspeção externa *in loco*, tais áreas influenciam no desempenho do sistema pelo aparecimento de anomalias.

Nos *sheds* e na cobertura do hall de entrada do auditório a cobertura não possui telhado, apresentando-se em lajes maciças impermeabilizadas, figura 9, figura 10 e figura 11. Os *sheds* presentes na cobertura apresentam-se do ponto de vista estrutural, bem como desempenho do elemento de sistema de cobertura em boas condições, apenas com sujidades superficiais incrustadas.

Na estrutura de suporte não possui sinais que indique impermeabilização posterior após a retirada do telhado. Foram verificadas fissuras de retração na maior parte por toda a laje e em alguns locais pequenas desagregações de concreto. As juntas existentes ao longo do comprimento da laje, bem como entre as lajes e as calhas apresentam-se bastante degradadas, sem sinal de elementos de enchimento e selante, com acúmulo de água.



Figura 9, Figura 10 e Figura 11. Estrutura de suporte sem telhado / Claraboias.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Prioridade de intervenção das anomalias do Bloco C

A seguir, é apresentado a Tabela 3 com as anomalias existentes no bloco C, com indicação da sigla e descrição, conforme as Tabelas 4.3, Tabela 4.4, Tabela 4.5 e Tabela 4.6 presentes na metodologia descrita na dissertação de Morgado (2012).

Tabela 3. Identificação das anomalias existentes no Bloco C para a prioridade de intervenção (Autor, 2018).

<b>EFM</b>	<b>Sigla Anomalia</b>	<b>Descrição</b>
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

A seguir, na Tabela 4 e Tabela 5 o procedimento para definição da prioridade de intervenção das anomalias.

Tabela 4. Procedimento para definição da prioridade de intervenção da cobertura do Bloco C (Autor, 2018).

<b>EFM</b>	<b>Anomalia</b>	<b>Agressividade do meio</b>		<b>Extensão</b>	
		<b>Nível</b>	<b>Pontuação</b>	<b>Nível</b>	<b>Pontuação</b>
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

Tabela 5. Continuação (Autor, 2018).

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

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, 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.

As infiltrações verificadas pelos usuários estão provavelmente relacionados as juntas e fissuras na laje portante, 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.

Além das tabelas e soluções apresentadas, também foram analisadas anomalias que obtiveram maiores níveis de prioridade de intervenção. A figura 12 a seguir, mostra a contribuição relativa de cada anomalia para a amostra total de anomalias detectadas na cobertura plana, também permite aferir o nível de prioridade de intervenção das anomalias pelos EFM.

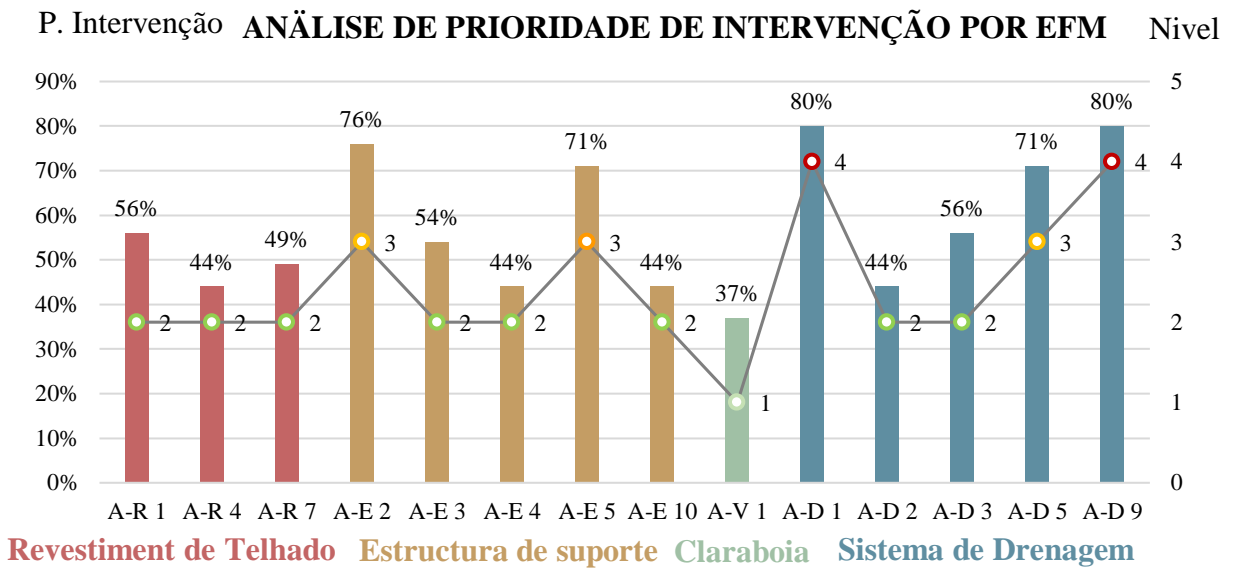


Figura 12. Prioridade de intervenção por EFM (Autor, 2018).

Percebe-se que a Estrutura de Suporte e o Sistema de drenagem obtiveram os maiores Níveis de prioridade de intervenção. Isto significa que para os níveis 3 e os níveis 4 encontrados nos EFM resultou em uma Prioridade de Intervenção na faixa de 70% a 80%.

Na figura 13 é apresentado um gráfico com a distribuição dos níveis de prioridade de intervenção. Vale destacar que o nível 3 exige ações de curto prazo, e concentram um total de 27% das anomalias, enquanto o nível 4 são ações de prioridade imediata obteve-se um total de 20%. Sendo assim, a prioridade de intervenção dada do nível 3 e nível 4 correspondem a quase 50% do total das anomalias observadas, concentradas em fissurações, desagregações, sujidades superficiais e pontos com inexistência de ralos.

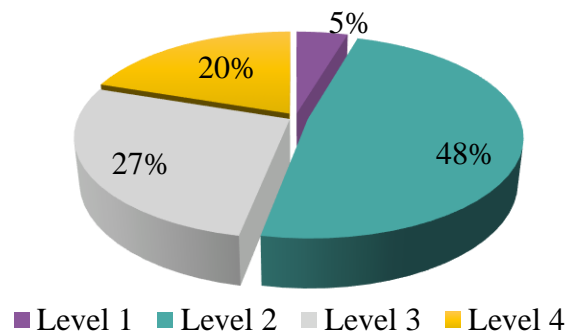


Figura 13. Distribuição dos níveis de prioridades de intervenção das anomalias detectadas (Autor, 2018).

Morgado (2012) apresenta a aplicação do método em coberturas planas de Portugal, e obteve resultados com maiores níveis de anomalias para o nível 2 e nível 3 justificando com dois aspectos; sendo um por um lado o fato de as anomalias de maior incidência terem sido anomalias estéticas e perda de aderência e fixação (sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária/ colonização biológica, diferenças de tonalidade e pequenas manchas de corrosão), e, por outro, quando as anomalias não são estéticas, elas podem ser pontuais, com níveis de degradação e severidade reduzidos. As anomalias estéticas estão associadas ao aspecto visual e não a segurança ou fissuração dos elementos fontes de manutenção, razões observadas que lhes conferem menores valores na análise de multicritério em causa.

Tal fato é apresentado no trabalho de Poça (2015), onde as principais anomalias detectadas por meio das inspeções estão relacionadas ao acúmulo de detritos, colonização biológica e desgaste superficial, sendo responsáveis por mais de 50% das anomalias. Resultados encontrados por Conceição et al. (2019) também analisaram que as principais anomalias detectadas foram devido à falta de manutenção resultando no desenvolvimento de acumulação de detritos e no crescimento biológico.

Uma abordagem interessante a ser destacada, é a respeito do desenvolvimento de sistemas de gestão integrada ao edifício. Autores como Ferraz, G.T. et al., (2005), faz um enquadramento dos métodos de avaliação da patologia em elementos não-estruturais de edifícios. Ressalta que, na reabilitação de edifícios, a maioria das ocorrências de anomalias em elementos não estruturais pode ser resolvida de forma sistêmica. Usando dados das inspeções, o cruzamento de informações, em um sistema de gestão integrada de um edifício, um inspetor pode diagnosticar a anomalia e definir a melhor técnica de reparação, e com isso, aumentar a vida útil expectável do edifício.

Logo, ao ocorrerem anomalias que podem afetar o funcionamento correto de uma cobertura, técnicas de diagnóstico devem ser usadas para localizar a origem da anomalia, de modo a avaliar a técnica de intervenção mais adequada e as possíveis reparações da estrutura.

## 6. CONCLUSÕES

A inspeção e avaliação dos sistemas de cobertura neste estudo de caso do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília pôde caracterizar, avaliar e identificar de maneira satisfatória uma das principais anomalias que acomete os usuários do edifício e relacionados a esta parte da construção, as infiltrações.

Foram encontrados nos referidos sistemas de cobertura parte da laje de suporte apresentando desagregações, fissuras e sem sinais de impermeabilização, que deveria ter sido feito após a retirada arbitrária de parte do telhado, além de calhas com bastante sujidades, acúmulos de detritos e juntas de movimentação sem preenchimento de selante, prejudicando a estanqueidade dos elementos.

As situações que demandam solucionamento rápido no bloco C estão concentradas em; 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. Os sistemas de ventilação e iluminação (*sheds*) apresentam um bom estado de conservação.

As infiltrações são bastante incômodas 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.

Percebeu-se por meio dos resultados encontrados, que devem ser solucionados de imediato as anomalias obtidas pelo critério de prioridade de intervenção, nível 3 e nível 4, sendo que estas ações quando somadas, representam valores de aproximadamente 50% do total das anomalias observadas. A Estrutura de Suporte e o Sistema de Drenagem apresentaram os maiores índices e as maiores quantidades de anomalias. Sendo assim, os principais focos da intervenção.

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, inclusive, a medida que anomalias são identificadas rapidamente, em fases iniciais são, geralmente, de reparo mais barato.

Destaca-se que o foco deste trabalho não foi 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 e indicações e recomendações técnicas para a resolução das situações.

## 7. REFERÊNCIAS

- Ambrozewicz, P. H L (2015), “*Construção de edifícios do início ao fim da obra*”. 1ª Edição. São Paulo: PINI.
- ASTM D1079 - American Society for Testing and Materials (2016). *Standard Terminology Relating to Roofing and Waterproofing*. Pensilvânia.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012). *NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o Sistema de gestão de manutenção*. Rio de Janeiro.
- Azeredo, H. A (1997), “*O Edifício até sua Cobertura*”. 2ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher.
- Conceição, J. et al (2019), *Data Analysis of Inspection, Diagnosis, and Rehabilitation of Flat Roofs*. Journal Of Performance Of Constructed Facilities, [s.l.], v. 33, n. 1, p.04018100-0401810014, American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)cf.1943-5509.0001252](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)cf.1943-5509.0001252).
- Conceição, J. et al (2017), *Inspection, Diagnosis, and Rehabilitation System for Flat Roofs*. Journal Of Performance Of Constructed Facilities, [s.l.], v. 31, n. 6, p.137-148. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)cf.1943-5509.0001094](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)cf.1943-5509.0001094).
- Ferraz, G. T. et al (2016), *State-of-the-Art Review of Building Inspection Systems*. Journal Of Performance Of Constructed Facilities, [s.l.], v. 30, n. 5, p.04016018-04010188. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)cf.1943-5509.0000839](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)cf.1943-5509.0000839).
- Ferraz, G. T. et al (2015), *Integrated management systems building technique: inspection and repair of non-structural elements*. Revista Alconpat, [s.l.], v. 5, n. 2, p.137-148. Revista ALCONPAT. <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v5i2.83>.
- Frazão, Julie Cristie Faria (2015), “*Patologias Relacionadas às Coberturas: Estudo de caso em edificações unifamiliares de interesse social na cidade de Campo Mourão*” - PR. 2015. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão.
- Google Maps. Disponível em: <<http://mapas.google.com>> Acesso em 12 jan. 2019.
- IBAPE - Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (2012). *Norma de inspeção predial nacional*. São Paulo.
- Lopes, G. (2010). “*Waterproofing coatings on flat roofs*”, LNEC, Lisbon, Portugal.
- Morgado, João Nicolau Pires Lopes Veiga (2012), “*Plano de inspeção e manutenção de coberturas de edifícios correntes*”. 267f. Dissertação de Mestrado – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- NBR 15575-1 (2013). *Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais*. Rio de Janeiro.
- Poça, Bruno João Fernandes (2015), “*Recuperação do edificado afeto ao Exército. Tecnologia e reabilitação de coberturas em terraço*”. 2015. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Militar, Técnico Lisboa, Portugal.
- Walter, Ana; BRITO, Jorge de; LOPES, Jorge Grandão (2005), *Current flat roof bituminous membranes waterproofing systems – inspection, diagnosis and pathology classification*. Construction And Building Materials, [s.l.], v. 19, n. 3, p.233-242. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2004.05.008>.
- Rato, Vasco; BRITO, Jorge de (2003), *Exigências Funcionais das Coberturas Inclinadas*. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/282251188>>. Acesso em: 29 abr. 2019.
- Rocha, Pedro Tomé da (2008), “*Anomalias em coberturas de terraço e inclinadas*”. 179f. Dissertação de Mestrado – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.