

Aplicação de Método Quantitativo para Análise do Estado de Degradação de Edificações Subterrâneas: Túnel 7 – segmento 2 da Antiga Cervejaria Ritter - Pelotas/RS

Feasibility of Quantitative Method for Analysis of the State of Degradation of Underground Buildings: Tunnel 7 - segment 2 of the Former Ritter Brewery - Pelotas / RS

Vitória Silveira da Costa(1); Ariela da Silva Torres(2)

1 Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.

E-mail: vitoriascosta@yahoo.com.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4898-9850>

2 Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.

E-mail: vitoriascosta@yahoo.com.br | ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4686-9759>

Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, vol. 9, n. 2, p. 110-139, julho-dezembro, 2020 - ISSN 2318-1109

DOI: <https://doi.org/10.18256/2318-1109.2020.v9i2.4205>

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*

Editora-chefe: Grace Tibério Cardoso

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui/click here!](#)

Resumo

Pelotas é uma cidade conhecida pela sua representatividade histórica e cultural, com edificações que remontam o período eclético da arquitetura, no entanto, necessitando de ações que busquem preservar os bens representados por estas edificações. A avaliação do estado de degradação das edificações históricas requer um trabalho aprofundado em vista da gama de conhecimentos necessários para o entendimento da degradação. A utilização de métodos não destrutivos é uma ferramenta indispensável na preservação das edificações históricas, uma vez que auxilia na avaliação do estado de degradação sem causar danos devido à sua natureza não invasiva. Neste contexto, o presente artigo teve como objetivo avaliar o estado de degradação do túnel 7 – segmento 2 da Antiga Cervejaria Ritter localizado em Pelotas/RS, edificação de 117 anos. O primeiro ensaio, não destrutivo, realizado no levantamento de danos de uma edificação foi a inspeção visual e a posterior construção do mapa de danos. Assim, foi realizado levantamento histórico, visual e fotográfico, elaboração do mapa de danos, e, por fim, adaptado e aplicado o Método de Mensuração de Degradação (MMD). As manifestações patológicas mais representativas no túnel 7 – segmento 2 são manchas de umidade, mofo e bolor, descolamento de pintura, descolamento de reboco e fissuras, comprovando que os danos encontrados se devem à presença indevida de água na edificação. Por meio do MMD foi possível obter um fator de dano total (FDt) de 29,81% na face A, 68,71% na face B, 57,41% na face C e 90,95% na face D, e de modo geral, o túnel 7 – segmento 2 apresenta um FDt de 76,50%. Desta maneira, o estudo demonstrou como o uso de ensaios não destrutivos combinado com a aplicação de métodos quantitativos é de extrema importância para a avaliação do estado de degradação de edificações.

Palavras-chave: Manifestações patológicas. Conservação. Patrimônio histórico.

Abstract

Pelotas is an important city with great historical and cultural representativeness, presenting several imposing eclectic buildings, date back to the architecture period. However, these buildings routinely need actions for their preservation. The assessment of the historic building's degradation requires a careful evaluation to understand their degradation characteristics. Non-destructive methods are indispensable tools for historic buildings preservation, considering their degradation state assessment without damage the buildings, considering the non-invasive nature of them. In this context, this article aimed to assess the degradation state of tunnel 7 - segment 2 of former Ritter Brewery located in Pelotas/RS, a 117-year-old building. Initially, non-destructive visual inspection to assess the building damage was carried out for subsequent damage map construction. Thus, a historical, visual, and photographic evaluation was carried out, a damage map was prepared, and finally, the Degradation Measurement Method (MMD) was adapted and applied. The most representative pathological manifestations in tunnel 7 - segment 2 are patches of moisture, mould and mildew, paint detachment, plaster detachment and cracks, from the improper presence of water in the building. A total damage factor (FDt) of 29.81% on face A, 68.71% on face B, 57.41% on face C, and 90.95% on face D was obtained using the MMD. In general, tunnel 7 - segment 2 - presented FDt of 76.50%. In this context, the study demonstrated how the non-destructive tests use combined with the application of the quantitative methods is extremely important for the state of degradation of buildings assessment.

Keywords: Pathological manifestations. Conservation. Historical heritage.

1 Introdução

Dentre as cidades acauteladas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), a cidade de Pelotas/RS se destaca pelo conjunto arquitetônico edificado referente ao final do século XIX e início do XX, possuindo construções tombadas em nível municipal, estadual e federal. Nessa época, o país desenvolveu uma arquitetura cuja linguagem utilizava elementos variados originados de épocas e lugares distintos, denominando-se, desta maneira, arquitetura eclética. Para Pelotas, o ecletismo ocorreu sobretudo nas fachadas das edificações, coincidindo com um momento histórico de apogeu econômico da cidade possibilitado pela fabricação do charque. Estes fatores permitiram que na cidade tivesse o desenvolvimento de um número considerável de construções de valor artístico e histórico (DALTOÉ, 2013). A arquitetura eclética pelotense já foi estudada tanto ligada à área da história como da arquitetura e urbanismo por vários pesquisadores: Schlee (1993); Léon (1993); Almeida e Bastos (2006); Guerra (2012); Magalhães (1993 e 2011); Peres (2001 e 2008); Rodrighiero (2019).

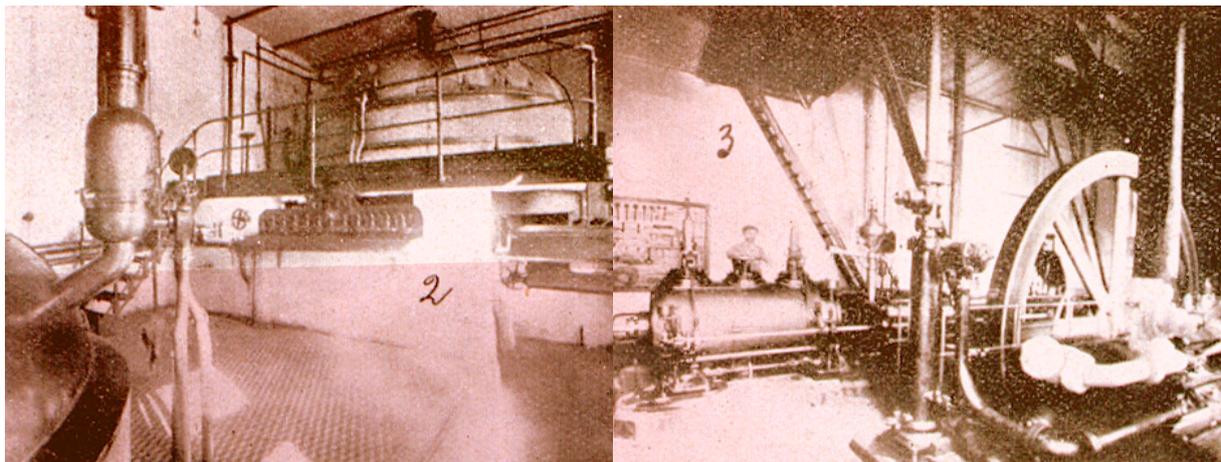
Em fins do século XIX a cidade de Pelotas estava no seu auge manufatureiro e comercial devido ao acúmulo de capital que começou com as charqueadas. Segundo Santos (1997), é neste período que as primeiras fábricas e manufaturas começaram a ser implantadas na cidade: 1864 – Fábrica de Sabão Lang, de Frederico Carlos Lang; 1870 – Fábrica de Sabonetes Voight, de Alfredo Voight; 1873 – Fábrica de Tecidos Rheigantz & Vater, de Carlos Guilherme Rheigantz e Hermann Vater; 1876 – Companhia Cervejaria Ritter de Carlos Ritter e seu irmão, Frederico Jacob Ritter. Em síntese: entre os anos de 1860 e 1890 a cidade se expandiu de modo considerável, sem paralelo nos decênios anteriores, nem nos 30 anos seguintes (MAGALHÃES, 1993).

A cervejaria Ritter foi a primeira fábrica fundada em Pelotas em 1901, em nome de Carlos Ritter e seu irmão Frederico Jacob Ritter. A cervejaria possuía instalações e equipamentos dos mais modernos (Figuras 1 e 2), que possibilitavam uma grande quantidade de cerveja ser produzida por dia, desta maneira, o consumo da cerveja pelotense estendeu-se a todo o Brasil (OLIVEIRA, 1983; LEÓN, 1993).

Em julho de 1924, a cervejaria da família Ritter passa a fazer parte do Consórcio Continental, formado pela união de algumas empresas locais. As atividades da cervejaria foram encerradas na década de 1940 quando foi comprada pela Cervejaria Brahma, não tendo sido utilizada mais para a produção de cerveja ou outros produtos, apenas como depósito e distribuidora. A compra teve como finalidade fechar a Cervejaria Continental e acabar definitivamente com a concorrência (LEÓN, 1993).

Destaca-se que após o fechamento da empresa seus túneis foram utilizados como espaço para depósito de objetos em desuso e entulhos por quase 80 anos. A edificação sede da cervejaria Ritter tem 117 anos. Em vista disso, as condições dos túneis se

Figura 1 e 2. Maquinário da Cervejaria



Fonte: Acervo NEAB/FAUrb/UFPel (2019).

encontravam em situação precária, advinda da ação do tempo e a atuação de agentes climáticos e biológicos.

Ao longo da sua vida útil, as edificações podem apresentar manifestações patológicas, tais como: fissuras, manchas, descolamentos, deformações, rupturas, entre outros. A Patologia das edificações é a ciência que estuda esses defeitos, identificando suas origens e causas (VERÇOSA, 1991). Além disso, Mesquita et al. (2017) destaca a disparidade entre a análise das manifestações patológicas em edificações construídas com técnicas e materiais recentes e das edificações históricas. Os danos presentes em edificações contemporâneas são sabidos como se deve proceder para sua recuperação, já nas edificações históricas há uma necessidade maior de estudo, uma vez que as manifestações patológicas podem ter sua origem relacionada com um longo período de tempo em que a estrutura foi exposta a ações de intempéries e a falta de manutenção.

Segundo Pedro et al. (2002), a origem dos danos pode ser classificada em quatro tipos: congênitas, construtivas, adquiridas e acidentais. Para Rodrigues (2008), a degradação das edificações ocorre de forma natural por meio da ação do tempo e do uso, com interação entre o objeto físico e o meio ambiente. Esta situação começa em um estágio incipiente com danos ainda pouco visíveis e, com a evolução do problema, parte-se para uma segunda etapa de rápida degradação, com sinais mais graves de falhas.

Os edifícios convencionais - e os de valor arquitetônico ou histórico - costumam apresentar alguma manifestação patológica. Considera-se dano, qualquer fenômeno que, ocorrendo fora de um período previsível, afete o desempenho do prédio, seja ele físico, econômico ou estético (AZEVEDO; GUERRA, 2009). A ocorrência de manifestações patológicas em edificações pode ter origem no projeto, na execução, nos materiais empregados ou na etapa de operação e manutenção. A incidência de problemas está relacionada diretamente com o nível de controle da qualidade das etapas do processo de projeto e execução, além da compatibilidade entre as etapas (IOSHIMOTO, 1988).

O custo de manutenção das edificações históricas é bastante elevado, dificultando a situação dos proprietários, especialmente quando estes não são amparados pelos órgãos públicos de proteção. Muitas vezes essas situações acabam levando ao completo abandono e deterioração de edificações, ou mesmo a reformas inadequadas. Um importante instrumento no processo de restauração dos edifícios histórico é o mapeamento das manifestações patológicas, que consiste na representação gráfica dos danos existentes e identificados nas edificações através de levantamento, associando suas respectivas causas e origens.

Sendo o mapa de danos a síntese das informações acerca de um edifício e seu estado de conservação, no caso das edificações históricas, o mapa de danos é um importante documento que agrupa muitas informações relativas à quantidade e intensidade das manifestações patológicas das construções. Desta forma, torna-se indispensável para a concepção de projetos de restauro e conservação (TIRELLO; CORREA, 2012).

Apesar de ser uma importante etapa do projeto de restauro, o mapa de danos não possui ainda nenhum tipo de normatização para sua representação gráfica. Desta maneira, acarreta uma grande diversidade de representações as quais geram problemas na análise dos projetos por parte das instituições de preservação do patrimônio, de orçamentistas e, principalmente, no canteiro de obras (HAUTEQUESTT FILHO; ACHIAMÉ, 2018).

Além disso, vale salientar a importância de métodos quantitativos para a análise numérica do estado de conservação das construções. Neste contexto, o Método de Mensuração da Degradação (MMD) visa a sua aplicação como uma ferramenta de representação da degradação de edifícios. A metodologia do MMD estabelecida por Silva (2014) divide-se em cinco fases: investigação documental, investigação de campo, mapeamentos de danos da fachada, análise dos resultados e diagnóstico. O método analisa amostras de fachada dos edifícios de múltiplos pavimentos, sendo possível estabelecer índices de degradação e apresentar as regiões mais degradadas das fachadas.

Diante do que foi apresentado, este trabalho teve como objetivo avaliar o estado de degradação do túnel 7 – segmento 2 da Antiga Cervejaria Ritter, localizada na cidade de Pelotas/RS. Este trabalho apresenta o levantamento dos danos por meio da construção do mapa de danos e expõe quantitativamente o grau de degradação por meio do MMD, identificando as diferentes manifestações patológicas presentes no objeto de estudo. Sua principal justificativa é ampliar a utilização de métodos quantitativos para o levantamento de danos em edificações históricas, a fim de exemplificar sua exigibilidade em diferentes localidades e edificações.

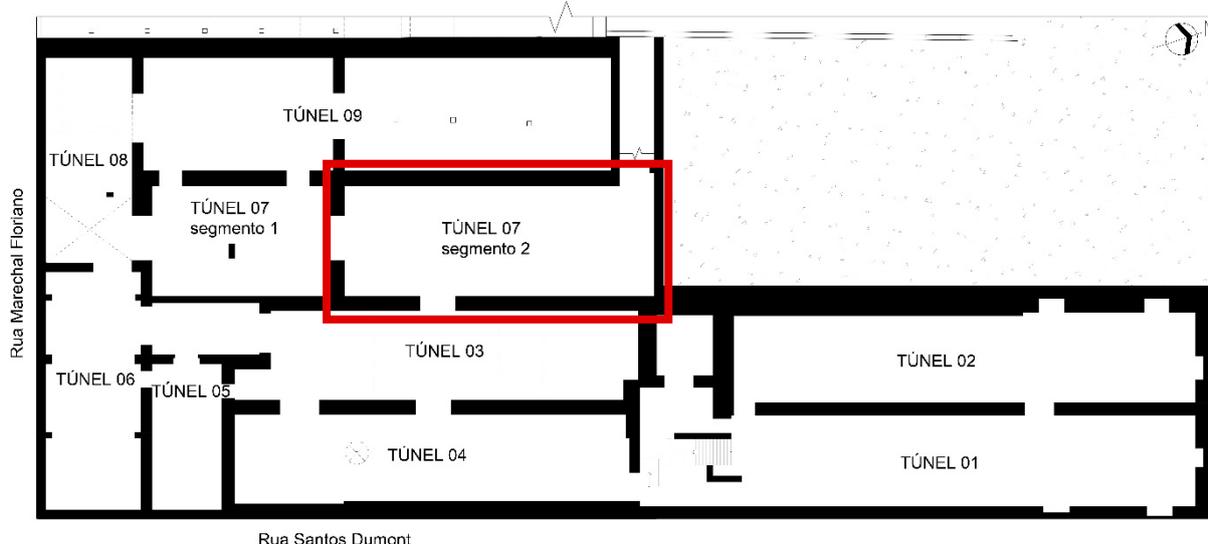
2 Metodologia

Inicialmente, foi realizado o levantamento histórico da edificação, com o intuito de aprofundar os conhecidos acerca das características históricas e arquitetônicas do objeto de estudo. Para a realização do levantamento do estado de conservação dos túneis, este estudo foi dividido em 3 etapas: levantamento visual e fotográfico, mapeamento de manifestações patológicas, e posterior aplicação do Método de Mensuração de Degradação (MMD). A metodologia utilizada para o levantamento de subsídios se baseou em parte do estudo de Lichtenstein (1986), que define um passo a passo para o diagnóstico dos danos. De acordo com autor, para o entendimento das falhas no edifício deve-se realizar o levantamento dos subsídios através da vistoria ao local, do levantamento do histórico do edifício e do surgimento dos danos, além da aplicação de ensaios complementares – no estudo de caso aplicou-se como ensaio complementar o MMD. Dessa maneira, realizou-se a vistoria ao local para análise visual e fotográfica das manifestações patológicas. Além disso, foi realizada a investigação das condições da edificação através das proposições de Lichtenstein (1986). Na fase inicial de inspeção visual da edificação teve-se como objetivo principal o mapeamento e levantamento das manifestações patológicas.

Concomitantemente à fase inspeção visual, foi realizado um registro fotográfico da edificação, utilizou-se câmera fotográfica digital acoplada a um tripé fixo com altura padronizada. O tripé foi fixado na altura de 0,90 m e posicionado a uma distância de 4,50 m das vistas analisadas. Com o propósito de possibilitar a ampliação das fotografias para melhor análise, a câmera utilizada para o levantamento permitiu fotografias em alta resolução e, assim, uma boa visualização das imagens obtidas em levantamento. As fotografias foram realizadas nas faces das paredes dos túneis e tetos abobadados. Na segunda etapa do processo, para cada uma das vistas do túnel realizou-se montagem fotográfica, e posterior desenho 2D no software AUTOCAD com suas respectivas identificações gráficas das manifestações patológicas. Na última etapa, o mapa de danos foi utilizado para aplicação do Método de Mensuração de Degradação (MMD).

Na fase inicial de inspeção visual, foi mapeado, classificado e quantificado as manifestações patológicas em todos os túneis da antiga cervejaria. Conforme a Figura 3, o complexo de túneis da antiga cervejaria é formado por nove túneis, sendo o objeto deste estudo o túnel 7 – segmento 2, uma vez que apresenta as maiores abrangências de manifestações patológicas em comparação aos demais.

Figura 3. Planta Baixa Subsolo - Túneis



Fonte: Autoras (2020).

2.1 Objeto de Estudo: Prédio da Fábrica de Cerveja Ritter

A edificação estudada tem sua construção datada de 1901, e teve suas atividades ligadas ao ramo cervejeiro até 1940, o prédio da antiga Companhia Cervejaria Ritter está situado na Rua Marechal Floriano, esquina Rua Santos Dumont, no centro da cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul. A edificação encontra-se listada na relação dos imóveis do inventário da cidade.

O prédio ergueu-se com mostras requintadas na arquitetura, revelando o período de passagem para o neorrenascentista, reconhecido nos detalhes de cima das aberturas e pilastras conforme a Figura 4. No frontão da fábrica ainda figura as iniciais C. R. – Carlos Ritter (LEÓN, 1993). O complexo da cervejaria ocupava vasta área edificada com aproveitamento do subsolo, no qual foram cavados túneis.

Figura 4. Cervejaria Ritter



Fonte: Acervo Biblioteca Pública Pelotense (2019).

Importante destacar as mudanças hidroviárias realizadas próximas a edificação da Cervejaria Ritter, em 1910 o canal Santa Bárbara teve seu curso alterado com projeto do engenheiro Alfredo Lisboa, devido ao crescimento populacional da cidade. Desta maneira, liberou-se área construtiva em espaços nobres da cidade, com desagüe no canal São Gonçalo (Soares, 2002). Sendo assim, a região onde a antiga cervejaria foi construída possui um alto nível d'água na região do subsolo.

De acordo com Oliveira (1983), as paredes e a cobertura abobadada dos túneis da cervejaria foram construídas com tijolos maciços cerâmicos e revestidos com reboco. A sustentação da estrutura é realizada por vigas metálicas e pilares metálicas (Figura 5) que por sua vez, apoiam-se nas paredes de tijolos.

Figura 5. Estrutura dos túneis



Fonte: Aguiar (2000).

Anterior a realização do levantamento de danos, a empresa responsável pela edificação realizou uma limpeza nos túneis em vista de que eles se encontravam em situação de abandono. Para a limpeza, foi utilizado uma lavadora de alta pressão com uma mistura de água e solução clorídrica. Além disso, foi feita a retirada de entulhos acumulados ao longo dos anos. As Figuras 6 e 7, apresentam imagens internas do túnel em análise.

Figura 6. Vista A interna túnel 7 – segmento 2



Fonte: Autoras (2020).

Figura 7. Vista A interna túnel 7 – segmento 2

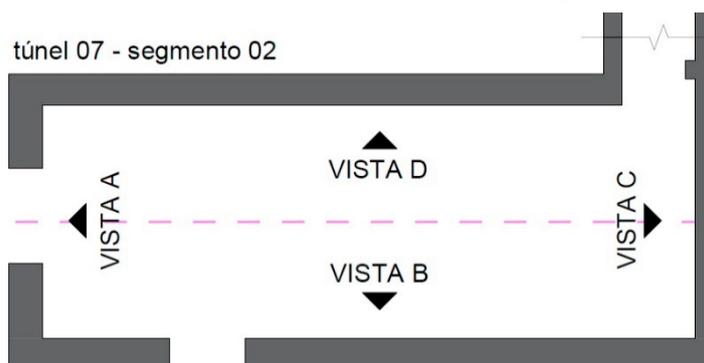


Fonte: Autoras (2020).

2.2 Mapa de Danos

Para o mapeamento das manifestações patológicas foram realizados desenhos das quatro vistas internas dos túneis as quais se tem as paredes e o teto curvo, sendo denominadas de vistas A, B, C e D, conforme demonstrado na Figura 8. Para representação das vistas B e D com o teto curvo foi traçado uma linha no eixo central para divisão do teto em 2 segmentos.

Figura 8. Planta baixa do túnel 7 – segmento 2



Fonte: Autoras (2020).

Para realização do mapeamento das manifestações patológicas utilizou-se os *softwares* Adobe Photoshop e AutoCAD® para confecção de fotografias panorâmicas e o desenho técnico das vistas. Em vista da inexistência de normatização acerca do mapa de danos, estabeleceu-se para a graficação uma legenda em cores para as manifestações patológicas existentes nos túneis.

Na Figura 9 são apresentados os mapas realizados nas vistas A, B, C e D, respectivamente do túnel 7 – segmento 2. Para realização do mapa de danos, foi utilizado montagens fotográficas e desenho das manifestações patológicas sobre as imagens, possibilitando o levantamento fiel dos danos.

Figura 9. Mapa de danos - Vistas A, B, C e D



Fonte: Autoras (2020).

2.3 Método de Mensuração da Degradação (MMD)

Após a etapa de construção do mapa de danos citado anteriormente, foi aplicado um método de cálculo para mensurar os danos nos túneis, o método utilizado foi o Método de Mensuração de Degradação (MMD). O MMD é uma metodologia formulada a partir dos estudos de vários casos de degradação de edifícios, e foi concebida por pesquisadores do Laboratório de Ensaios de Materiais da Universidade de Brasília – LEM/UnB. Com este método, busca-se criar uma correlação entre valores quantitativos chamados de índices de degradação, os quais mensuram o dano em fachadas (PINHEIRO; BAUER; SOUZA, 2017).

Para realização do método é sobreposta sobre cada amostra da fachada uma malha com unidades de 0,50 x 0,50 m (0,25 m²). Posteriormente é realizada a divisão da fachada por andares e em regiões. As regiões são definidas, considerando a seguinte ordem: sacadas, topo, aberturas, transição de pavimentos, cantos e extremidades e paredes contínuas. Esta sistematização é determinante nos cálculos dos índices de degradação (PINHEIRO; BAUER; SOUZA, 2017).

A aplicação do MMD foi sistematizada e adaptada para aplicação no interior túnel 7 – segmento 2 da Cervejaria Ritter, sendo aplicada em seis etapas: sobreposição da malha, divisão das regiões e adaptação do mapa de danos; quantificação das áreas danificadas; cálculo do Fator de Dano Total (FD); cálculo do Fator de Dano das Regiões (FDR); cálculo do Coeficiente de Correção das Regiões (CCr); cálculo do Fator de Dano das Regiões Corrigido (FDRC).

2.3.1 Sobreposição da Malha, Divisão das Regiões e Adaptação do Mapa de Danos

Como etapa inicial (Figura 10), tem-se a sobreposição de uma malha 0,15m x 0,15m com ponto de origem coincidindo com a extremidade inferior da amostra. Cabe ressaltar que, a área da malha foi reduzida, com vistas a proporcionar um resultado mais detalhado no levantamento das manifestações patológicas. Uma vez que a metodologia foi desenvolvida para edificações de múltiplos pavimentos. Após a sobreposição da malha, divide-se a fachada em regiões, a divisão deve respeitar a seguinte ordem: sacada, aberturas, cantos e extremidades, transição entre pavimentos, topo e paredes contínuas. Essa etapa é fundamental para o cálculo dos índices de degradação, uma vez que as diversas regiões presentes apresentam diferentes processos de degradação. Tendo em vista o objeto de estudo e a inexistência de determinadas regiões, retirou-se desta classificação sacada, transição entre pavimentos e topo.

Figura 10. Divisão das Regiões – Vista A

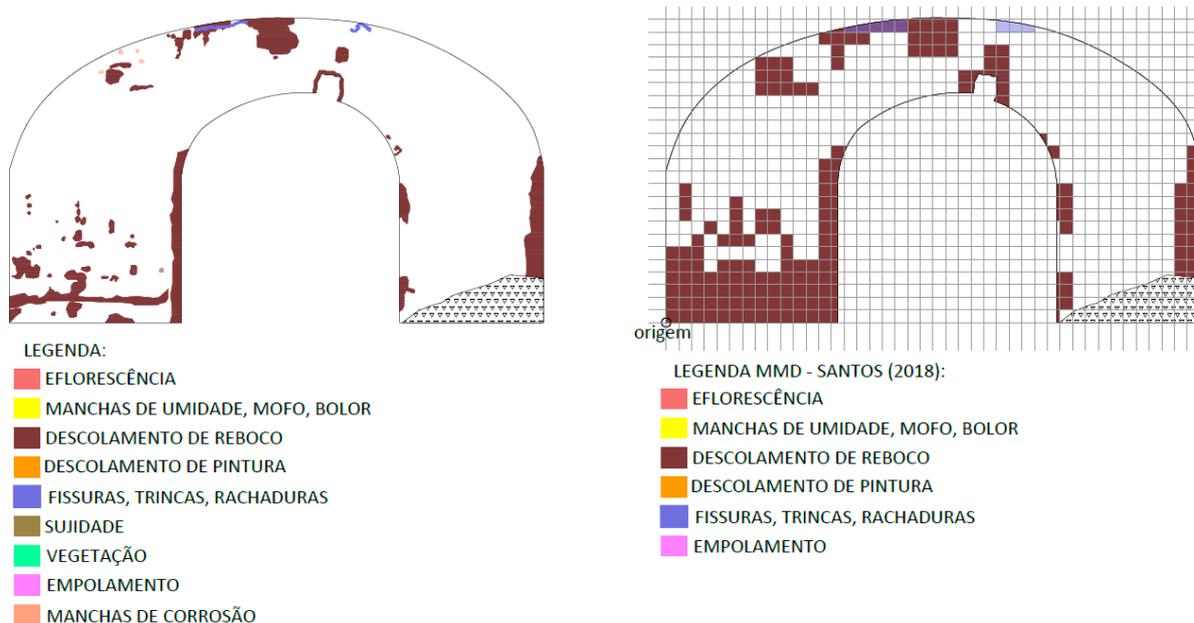


Fonte: Autoras (2020).

Ainda nesta etapa realizou-se a adaptação do mapa de danos construído na etapa anterior.

De acordo com o indicado por Santos (2018), foram considerados como danos: fissuras, trincas e rachaduras; manchas de umidade, mofo e bolor; descolamento de pintura; descolamento de reboco; eflorescência; empolamento. Desta maneira, realizou-se a transposição das manifestações patológicas levantadas para a construção mapa de danos para os danos correspondes no MMD. Cabe destacar que a presença de danos no MMD pressupõe a presença de manifestação patológica na malha, ou seja, deve-se considerar a área afetada como preenchida da malha, Figura 11.

Figura 11. Mapa de Danos – Vista A x Adaptação Mapa de Danos aplicação MMD



Fonte: Autoras (2020).

2.3.2 Quantificação das áreas danificadas

A partir do mapa de danos, mensura-se a abrangência de cada manifestação patológica em relação a área total do elemento analisado. A área da malha é contabilizada a partir dos valores unitários de área da malha afetada pela anomalia estudada, ou seja, sua quantificação consiste na multiplicação da quantidade de unidades de malha com a presença do dano pelo seu valor unitário de área.

2.3.3 Cálculo do Fator de Danos Total (FD)

Na etapa do cálculo do FD realiza-se o somatório das áreas danificadas da anomalia dividida pela área total da amostra, nesta etapa obtém-se os valores das manifestações patológicas mais representativas a partir a equação 1 (SANTOS, 2018).

$$FD = \sum \frac{A_{d(n)}}{A_t} \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo:

Ad: área danificada de determinada anomalia (n);

At: área total da amostra.

n – identificação do tipo de anomalia (n=1 - descolamento cerâmico, n=2 - falha de rejunte e n=3 - fissuras, n=4 - eflorescência e n=5 - falha de vedação ou infiltração).

2.3.4 Cálculo do Fator de Danos das Regiões (FDR)

O FDR conforme a equação 2 (SANTOS, 2018), leva em consideração a área com presença de anomalias em cada região, considera-se aqui todas as manifestações contidas nesse espaço. Seu resultado apresenta distorção da realidade ao ser influenciado diretamente pelo tamanho da área da região analisada, por isso, deve ser ajustado e proporcionalizado.

$$FDR = \sum \frac{A_{dr}}{A_t} \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo:

Adr: Área danificada de cada região, considerando todas patologias;

At: área total da amostra.

2.3.5 Coeficiente de Correção das Regiões (CCr)

Algumas regiões abrangem áreas muito maiores do que as outras, o que distorceria o resultado da análise de incidência das anomalias, ou seja, regiões com

maiores áreas apresentariam um maior índice de degradação quando comparada a regiões com menores áreas. Para corrigir essa desproporcionalidade, utiliza-se o CCr a partir da equação 3 (SANTOS, 2018):

$$CCr = \frac{Ar(m)}{Ar(x)} \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo:

Ar(m): Área da região de menor área; e

Ar (x): Área da região em análise.

2.3.7 Cálculo do Fator de Danos das Regiões Corrigido (FDcr)

Com o resultado do CCr incidindo sob FDR, temos a representação mais aproximada da real recorrência dos danos presentes nas regiões por meio do FDcr conforme a equação 4 (SANTOS, 2018):

$$FDrc = \left(\frac{\sum Ar(n)}{At} \right) \times CCr \quad (\text{Equação 4})$$

Sendo:

Ad(n): Área danificada de uma patologia (n), calculada na fase de mapeamento (m²);

At: Área total da amostra (m²); e

CCr: Coeficiente de correção da região em análise.

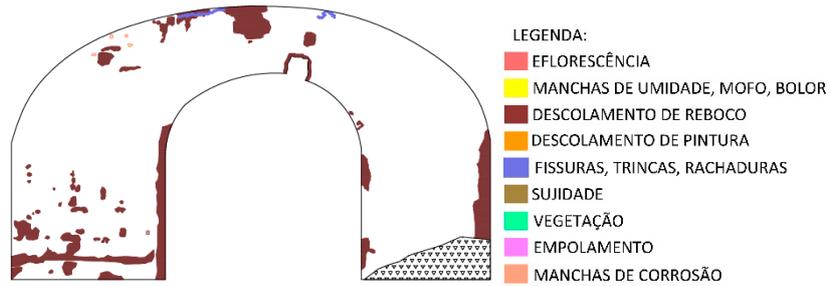
3 Resultados

Nessa seção serão apresentados os resultados provenientes da elaboração do mapa de danos e da aplicação do MMD.

3.1 Mapa de Danos

Como resultado da elaboração do mapa de danos possibilitou-se a visualização objetiva das manifestações patológicas existentes no objeto em análise, proporcionando um instrumento base para aplicação de métodos de avaliação do estado de degradação. Conforme observado nas Figuras 12, 13, 14 e 15, as manifestações patológicas mais representativas no túnel são presença de manchas de umidade, mofo e bolor; descolamento de pintura e descolamento de reboco.

Figura 12. Mapa de Danos – Vista A



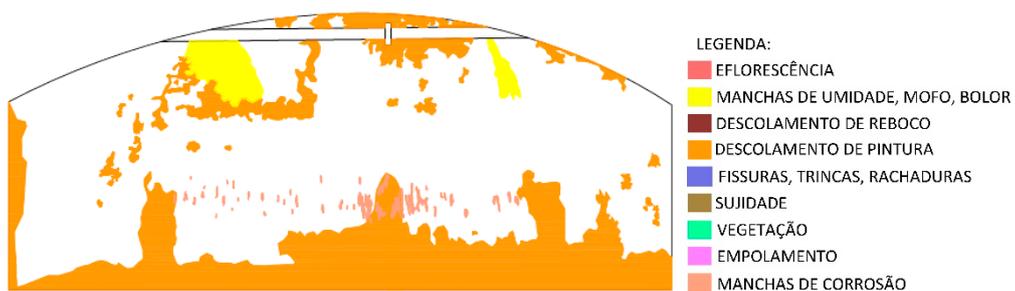
Fonte: Autoras (2020).

Figura 13. Mapa de Danos – Vista B



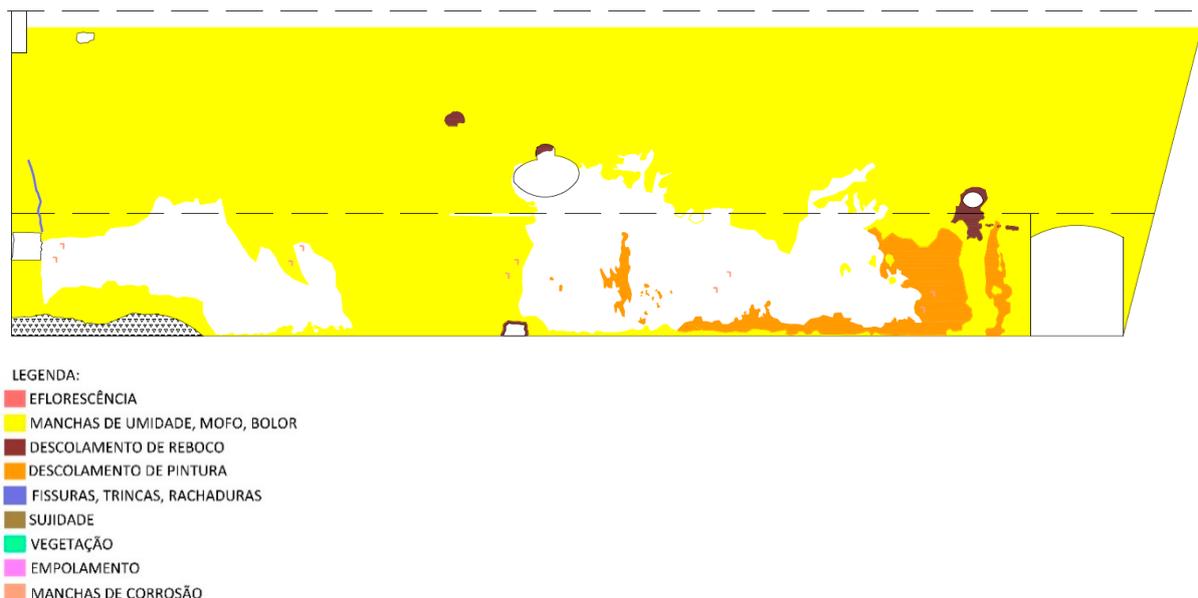
Fonte: Autoras (2020).

Figura 14. Mapa de Danos – Vista C



Fonte: Autoras (2020).

Figura 15. Mapa de Danos – Vista D

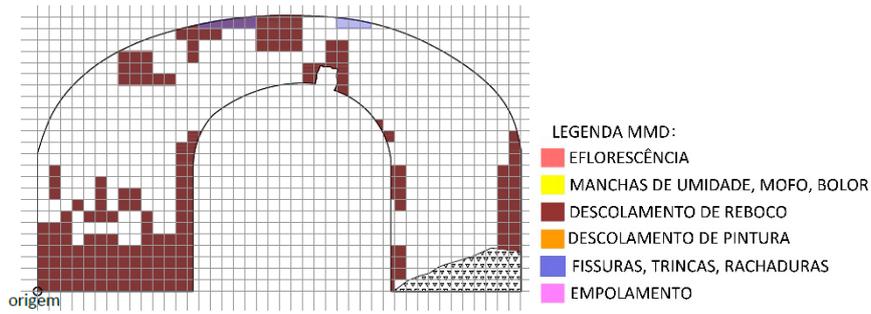


Fonte: Autoras (2020).

3.2 Método de Mensuração da Degradação (MMD)

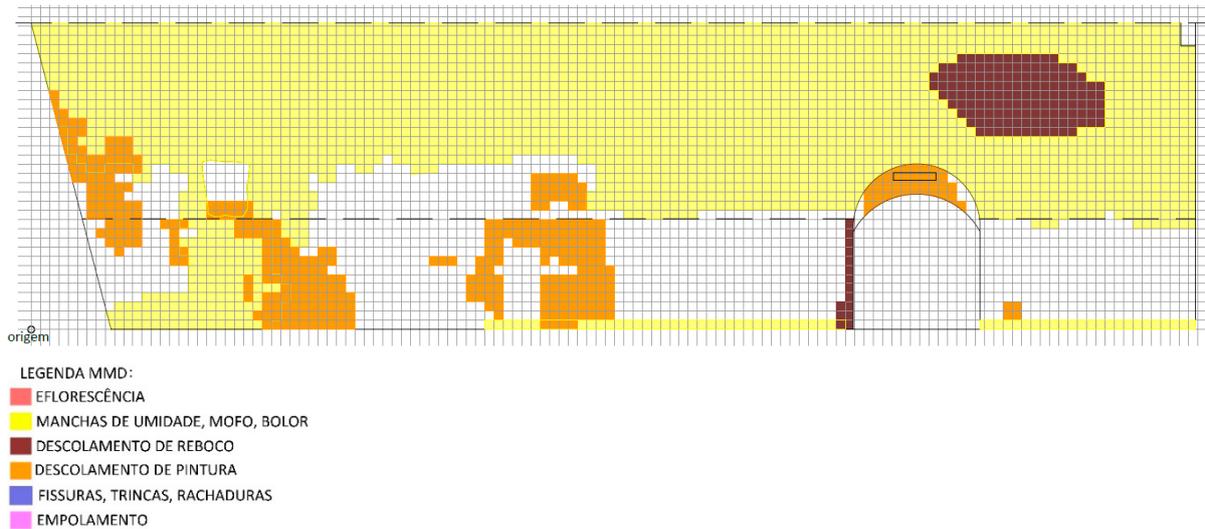
O mapa de danos adaptado aos critérios do método MMD com sobreposição de malha estão representados nas Figuras 16, 17, 18 e 19, e seus resultados estão apresentados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 juntamente com o FD de cada vista do túnel. Além disso, na Tabela 5 é apresentado o Fator de Dano Total (FDt). É importante destacar, na Tabela 5 são apresentadas 2 colunas referentes a ocorrência de danos por meio da construção o mapa de danos e da aplicação do MMD. As colunas diferem-se uma vez que o mapa de danos contabiliza de maneira orgânica e literal a real ocorrência dos danos já o mapa de danos da aplicação do MMD é a contabilização de unidades da malha com a presença de danos.

Figura 16. Mapa de Danos MMD – Vista A



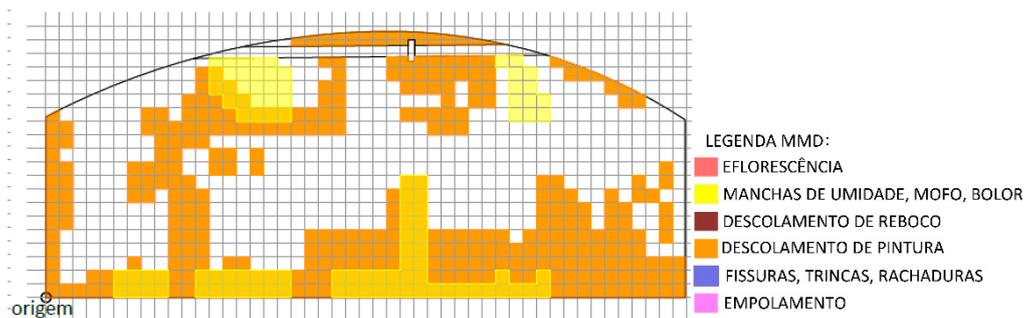
Fonte: Autoras (2020).

Figura 17. Mapa de Danos MMD – Vista B



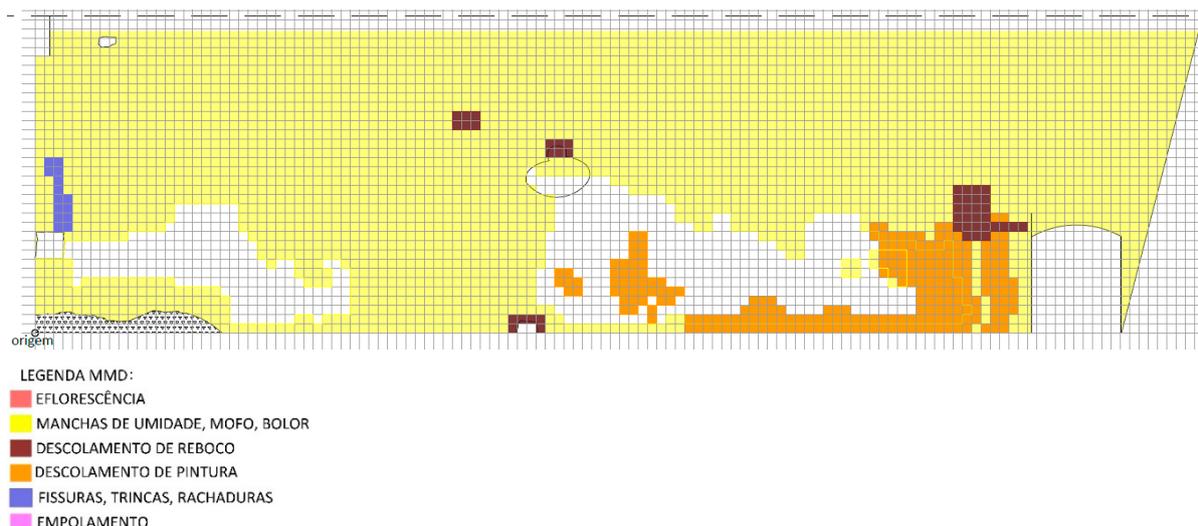
Fonte: Autoras (2020).

Figura 18. Mapa de Danos MMD – Vista C



Fonte: Autoras (2020).

Figura 19. Mapa de Danos MMD – Vista D



Fonte: Autoras (2020).

Tabela 1. Área mapa de danos, FD e FDt – Vista A

TÚNEL 7 - segmento 2 (VISTA A)		ÁREA TOTAL (m ²)		13,19	
Manifestações patológicas	ÁREA(m ²)	ÁREA(m ²)	FD (%)	FDt (%)	
	Mapa de danos	Mapa de danos (MMD)			
Eflorescência	0,00	0,00	0,00%		
Manchas de umidade, mofo e bolor	0,00	0,00	0,00%		
Descolamento reboco	1,27	3,80	28,82%		
Descolamento pintura	0,00	0,00	0,00%		
Fissura	-	0,13	0,99%		29,81%
Sujidade	0,00	-	-		
Vegetação	0,00	-	-		
Empolamento	0,00	0,00	0,00%		
Manchas de corrosão	0,00	-	-		

Fonte: Autoras (2020).

Tabela 2. Área mapa de danos, FD e FDt – Vista B

TÚNEL 7 - segmento 2 (VISTA B)		ÁREA TOTAL (m ²)	86,87	
Manifestações patológicas	ÁREA(m ²)	ÁREA(m ²)	FD (%)	FDt (%)
	Mapa de danos	Mapa de danos (MMD)		
Eflorescência	0,00	0,00	0,00%	
Manchas de umidade, mofo e bolor	50,02	51,46	59,24%	
Descolamento reboco	2,69	3,42	3,94%	
Descolamento pintura	4,21	8,22	9,46%	72,64%
Fissura	-	0,00	0,00%	
Sujidade	0,00	-	-	
Vegetação	0,00	-	-	
Empolamento	0,00	0,00	0,00%	
Manchas de corrosão	0,00	-	-	

Fonte: Autoras (2020).

Tabela 3. Área mapa de danos, FD e FDt – Vista C

TÚNEL 7 - segmento 2 (VISTA C)		ÁREA TOTAL (m ²)	18,12	
Manifestações patológicas	ÁREA(m ²)	ÁREA(m ²)	FD (%)	FDt (%)
	Mapa de danos	Mapa de danos (MMD)		
Eflorescência	0,00	0,00	0,00%	
Manchas de umidade, mofo e bolor	0,83	2,19	12,07%	
Descolamento reboco	0,00	0,00	0,00%	
Descolamento pintura	4,90	8,21	45,34%	57,41%
Fissura	-	0,00	0,00%	
Sujidade	0,00	-	-	
Vegetação	0,00	-	-	
Empolamento	0,00	0,00	0,00%	
Manchas de corrosão	0,11	-	-	

Fonte: Autoras (2020).

Tabela 4. Área mapa de danos, FD e FDt – Vista D

TÚNEL 7 - segmento 2 (VISTA D)		ÁREA TOTAL (m ²)		89,83	
Manifestações patológicas	ÁREA(m ²)	ÁREA(m ²)	FD (%)	FDt (%)	
	Mapa de danos	Mapa de danos (MMD)			
Eflorescência	0,00	0,00	0,00%		
Manchas de umidade, mofo e bolor	69,92	75,00	83,49%		
Descolamento reboco	0,30	1,01	1,13%		
Descolamento pintura	2,80	5,38	5,99%		90,95%
Fissura	-	0,32	0,35%		
Sujidade	0,00	-	-		
Vegetação	0,00	-	-		
Empolamento	0,00	0,00	0,00%		
Manchas de corrosão	0,02	-	-		

Fonte: Autoras (2020).

Tabela 5. Área mapa de danos, FD e FDt – Túnel 7 – segmento 2

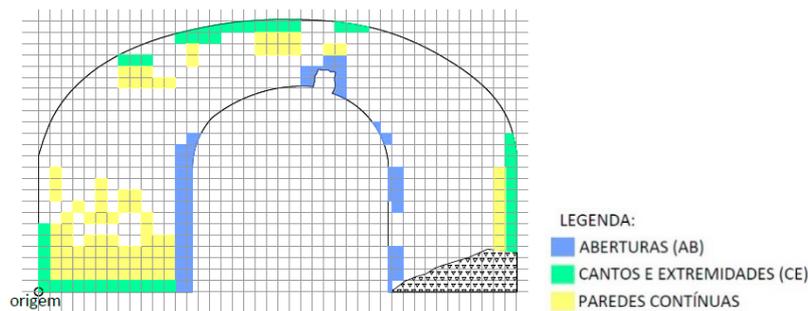
TÚNEL 7 - segmento 2		ÁREA TOTAL (m ²)		208,01	
Manifestações patológicas	ÁREA(m ²)	ÁREA(m ²)	FD (%)	FDt (%)	
	Mapa de danos	Mapa de danos (MMD)			
Eflorescência	0,00	0,00	0,00%		
Manchas de umidade, mofo e bolor	120,77	128,65	61,85%		
Descolamento reboco	4,26	8,23	3,96%		
Descolamento pintura	11,91	21,81	10,48%		76,50%
Fissura	-	0,45	0,21%		
Sujidade	0,00	-	-		
Vegetação	0,00	-	-		
Empolamento	0,00	0,00	0,00%		
Manchas de corrosão	0,13	-	-		

Fonte: Autoras (2020).

No cálculo do FDt das vistas (Tabelas 1, 2, 3 e 4), foi possível observar que o FD da Vista A foi de 29,81%, da Vista B foi de 72,64%, da Vista C foi de 57,41%, da Vista D foi de 90,95%, em todas as vistas há predominância das manifestações patológicas de manchas de umidade, mofo e bolor; descolamentos de pintura e de reboco. Sendo na Vista A 28,82% dos danos totais sendo descolamento e reboco; na Vista B 59,24% dos danos totais sendo de manchas de umidade, mofo e bolor; na Vista C 45,34% dos danos totais sendo de descolamento de pintura e na Vista D 83,49% dos danos totais sendo de manchas de umidade, mofo e bolor. De modo geral, na análise do túnel seu FDt é de 76,50% sendo destes 61,85% dos danos de manchas de umidade, mofo e bolor, seguido por descolamento de pintura 10,48%.

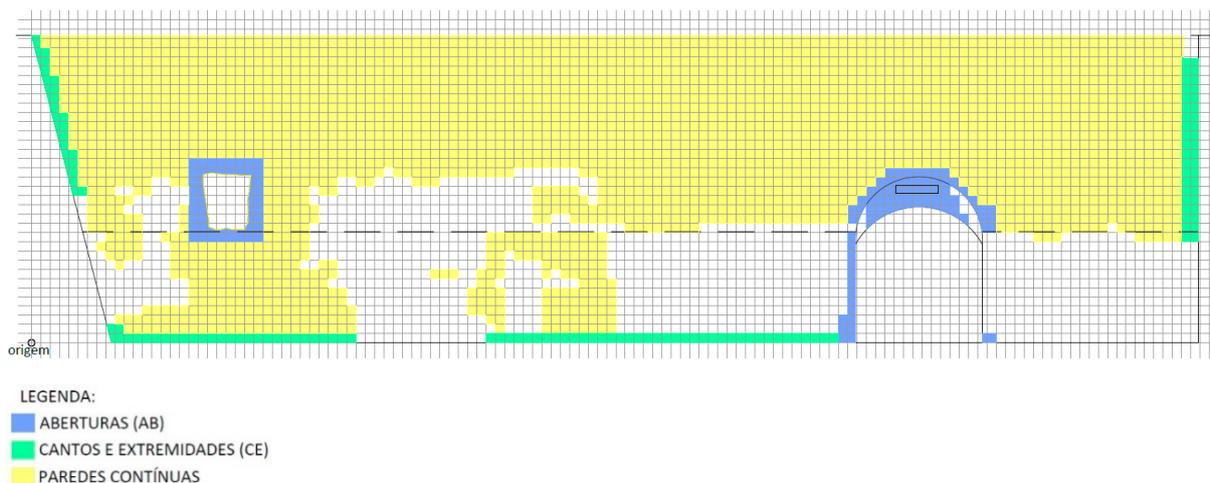
Analisando FDR, o qual leva em consideração a área com presença de anomalias em cada região analisada, considerando-se todas os danos contidos nesse espaço. Conforme representados nas Figuras 20, 21, 22 e 23, e nas Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10 o resultando do FDR apresenta distorção da realidade ao ser influenciado diretamente pelas dimensões da região, por isso, deve ser ajustado e proporcionalizado.

Figura 20. Anomalias presentes nas regiões – Vista A



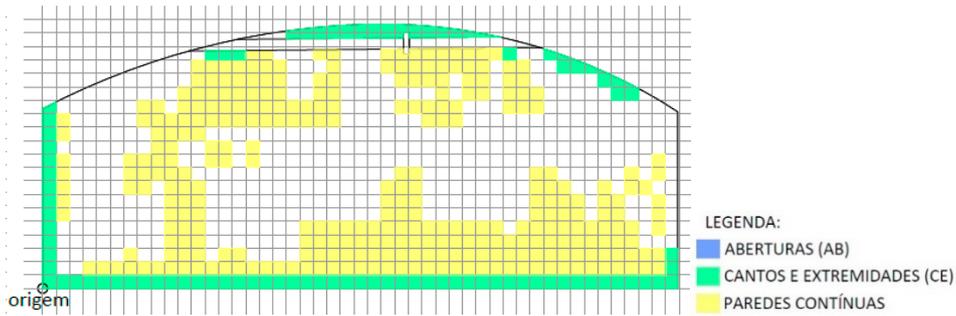
Fonte: Autoras (2020).

Figura 21. Anomalias presentes nas regiões – Vista B



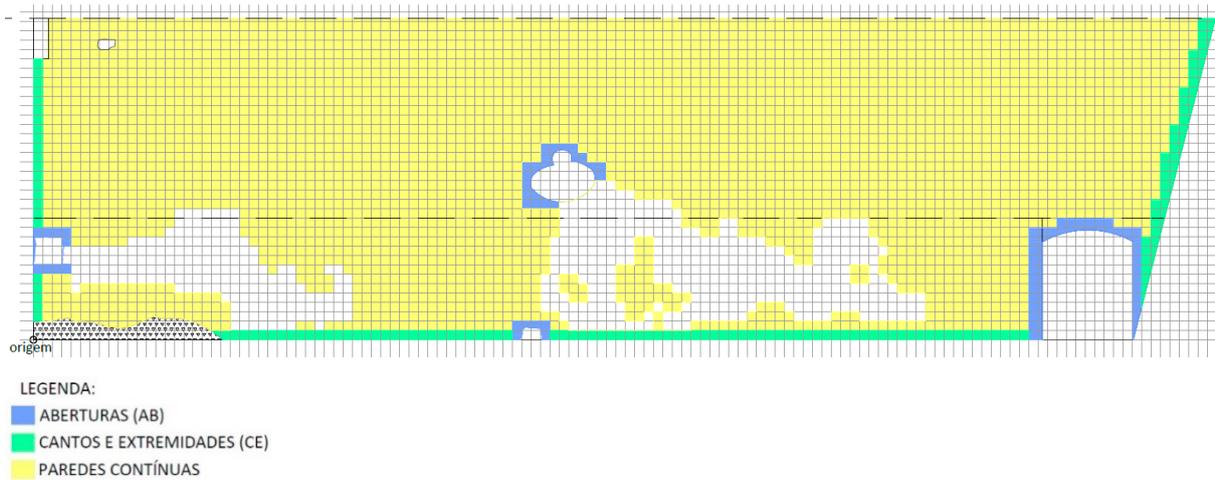
Fonte: Autoras (2020).

Figura 22. Anomalias presentes nas regiões – Vista C



Fonte: Autoras (2020).

Figura 23. Anomalias presentes nas regiões – Vista D



Fonte: Autoras (2020).

Tabela 6. FDR – Túnel 7 – segmento 2 – Vista A

TÚNEL 7 - segmento 2 (VISTA A)		
	ÁREA TOTAL (m ²)	13,19
Regiões	ÁREA(m ²) dano/malha/região	FDR (%)
1. Sacadas	-	-
2. Aberturas	0,88	6,63%
3. Cantos e Extremidades	1,01	7,66%
4. Transição entre Pavimentos	-	-
5. Topo	-	-
6. Paredes Contínuas	1,97	14,90%

Fonte: Autoras (2020).

Tabela 7. FDR – Túnel 7 – segmento 2 – Vista B

TÚNEL 7 - segmento 2 (VISTA B)	ÁREA TOTAL (m²)	86,87
Regiões	ÁREA(m²)	FDR
	dano/malha/região	(%)
1. Sacadas	-	-
2. Aberturas	2,61	3,01%
3. Cantos e Extremidades	2,79	3,21%
4. Transição entre Pavimentos	-	-
5. Topo	-	-
6. Paredes Contínuas	57,06	65,69%

Fonte: Autoras (2020).

Tabela 8. FDR – Túnel 7 – segmento 2 – Vista C

TÚNEL 7 - segmento 2 (VISTA C)	ÁREA TOTAL (m²)	18,12
Regiões	ÁREA(m²)	FDR (%)
	dano/malha/região	
1. Sacadas	-	-
2. Aberturas	-	-
3. Cantos e Extremidades	1,70	9,40%
4. Transição entre Pavimentos	-	-
5. Topo	-	-
6. Paredes Contínuas	6,94	38,29%

Fonte: Autoras (2020).

Tabela 9. FDR – Túnel 7 – segmento 2 – Vista D

TÚNEL 7 - segmento 2 (VISTA D)	ÁREA TOTAL (m²)	89,83
Regiões	ÁREA(m²)	FDR (%)
	dano/malha/região	
1. Sacadas	-	-
2. Aberturas	1,68	1,87%
3. Cantos e Extremidades	3,34	3,72%
4. Transição entre Pavimentos	-	-
5. Topo	-	-
6. Paredes Contínuas	72,34	80,53%

Fonte: Autoras (2020).

Tabela 10. FDR – Túnel 7 – segmento 2

TÚNEL 7 - segmento 2		ÁREA TOTAL (m ²)	208,01
Regiões	ÁREA(m ²)		FDR (%)
	dano/malha/região		
1. Sacadas	-	-	-
2. Aberturas	5,17		2,49%
3. Cantos e Extremidades	8,84		4,25%
4. Transição entre Pavimentos	-		-
5. Topo	-		-
6. Paredes Contínuas	138,31		66,49%

Fonte: Autoras (2020).

A partir dos resultados obtidos nesta etapa, foi possível concluir que a região que apresenta mais recorrência de danos são as paredes contínuas: Vista A 14,90%, Vista B 65,69%, Vista C 38,29%, Vista D 80,53% e de maneira geral 66,49%. Desta maneira, os resultados comprovam que o FDR é influenciado diretamente pelas dimensões da região, sendo a maior região das vistas as paredes contínuas. Para corrigir a desproporcionalidade existente nas áreas de cada região, foi calculado o CCr.

Por fim com o resultado do CCr incidindo sob FDR tem-se o FDRC, a representação de um índice que independe do tipo de anomalia, dependendo apenas da região em que se localiza o dano. Conforme apresentado nas Tabelas 11, 12, 13, 14 e 15. Sendo desta maneira apresentados os dados finais para o estudo em questão, no que tange a aplicação do MMD.

Tabela 11. CCr e FDRC – Túnel 7 – segmento 2 – Vista A

TÚNEL 7 - segmento 2 (VISTA A)			ÁREA TOTAL (m ²)	13,19
Regiões	ÁREA (m ²)	CCr	ÁREA(m ²)	
			dano/malha	FDRC (%)
1. Sacadas	-	-	-	-
2. Aberturas	1,57	1,00	0,88	6,63%
3. Cantos e Extremidades	2,20	0,71	1,01	5,47%
4. Transição entre Pavimentos	-	-	-	-
5. Topo	-	-	-	-
6. Paredes Contínuas	9,42	0,17	1,97	2,48%

Fonte: Autoras (2020).

Tabela 12. CCr e FDRC – Túnel 7 – segmento 2 – Vista B

TÚNEL 7 - segmento 2 (VISTA B)			ÁREA TOTAL (m ²)	86,87
Regiões	ÁREA (m ²)	CCr	ÁREA(m ²) dano/malha	FDRC (%)
1. Sacadas	-	-	-	-
2. Aberturas	3,35	1,00	2,61	3,01%
3. Cantos e Extremidades	4,39	0,76	2,79	2,45%
4. Transição entre Pavimentos	-	-	-	-
5. Topo	-	-	-	-
6. Paredes Contínuas	79,13	0,04	57,06	2,78%

Fonte: Autoras (2020).

Tabela 13. CCr e FDRC – Túnel 7 – segmento 2 – Vista C

TÚNEL 7 - segmento 2 (VISTA C)			ÁREA TOTAL (m ²)	18,12
Regiões	ÁREA (m ²)	CCr	ÁREA(m ²) dano/malha	FDRC (%)
1. Sacadas	-	-	-	-
2. Aberturas	-	-	-	-
3. Cantos e Extremidades	2,57	1,00	1,70	9,40%
4. Transição entre Pavimentos	-	-	-	-
5. Topo	-	-	-	-
6. Paredes Contínuas	15,55	6,94	6,94	6,34%

Fonte: Autoras (2020).

Tabela 14. CCr e FDRC – Túnel 7 – segmento 2 – Vista D

TÚNEL 7 - segmento 2 (VISTA D)			ÁREA TOTAL (m ²)	89,83
Regiões	ÁREA (m ²)	CCr	ÁREA(m ²) dano/malha	FDRC (%)
1. Sacadas	-	-	-	-
2. Aberturas	1,79	1,00	1,68	1,87%
3. Cantos e Extremidades	3,34	0,54	3,34	1,99%
4. Transição entre Pavimentos	-	-	-	-
5. Topo	-	-	-	-
6. Paredes Contínuas	84,80	0,02	72,34	1,70%

Fonte: Autoras (2020).

Tabela 15. CCr e FDRC – Túnel 7 – segmento 2

TÚNEL 7 - segmento 2			ÁREA TOTAL (m ²)	208,01
Regiões	ÁREA (m ²)	CCr	ÁREA(m ²) dano/malha	FDRC (%)
1. Sacadas	-	-	-	-
2. Aberturas	6,71	1,00	5,17	2,49%
3. Cantos e Extremidades	12,51	0,54	8,84	2,28%
4. Transição entre Pavimentos	-	-	-	-
5. Topo	-	-	-	-
6. Paredes Contínuas	188,90	0,04	138,31	2,36%

Fonte: Autoras (2020).

Diante do que foi apresentado é possível destacar que não existe uma região mais degradada no túnel 7 – segmento 2, sendo os resultados 2,49% aberturas, 2,28% cantos e extremidades e 2,36% paredes contínuas comprovam a degradação nas regiões de maneira generalizada. Apenas a Vista C apresentou resultado heterogêneo, apresentando a região de cantos e extremidades como região mais degradada.

4 Discussão

Diante do que foi apresentado, aprofundar e sistematizar os conhecimentos na área de patrimônio e manifestações patológicas é uma tarefa necessária para a preservação do patrimônio arquitetônico. A cidade de Pelotas adéqua-se para o estudo em vista do grande número de edificações históricas, embora as edificações tombadas e inventariadas possuam proteção por meios legais, seu reconhecimento da condição de herança e patrimônio cultural, não possui garantia de permanência da edificação. O valor do patrimônio histórico atribuído por meio dos instrumentos legais exige, além de políticas públicas de preservação, profissionais interessados em estudar formas de evitar que este patrimônio se perca no tempo.

De acordo com os resultados obtidos na construção do mapa de danos, destaca-se as manchas de umidade, mofo e bolor; descolamentos de pintura e de reboco como os danos mais recorrentes de modo geral, na análise do túnel 7 – segmento 2. Este fato pode ser justificado pela existência de umidade, um fator necessário para o desenvolvimento dessas manifestações patológicas. Desta maneira, a incidência de umidade por ascensão de capilaridade é a condição preponderante para o surgimento dos danos, uma vez que as edificações construídas no **século XIX não possuem impermeabilização das fundações**. Além disso, destaca-se que a região onde a edificação

foi implantada em 1901 é próximo ao canal Santa Bárbara, que teve seu curso d'água alterado apenas em 1910. Reforça-se que a situação subterrânea dificulta a circulação do ar interna nos túneis e propicia o surgimento de microrganismos. O resultado corrobora com o trabalho de Tavares et al. (2011), o qual destaca as manifestações patológicas referentes a umidade ascensional decorrentes da falta de impermeabilização das fundações e da ausência de drenagem periférica do solo. Além disso, de acordo com o estudo de Silva et al. (2002), a umidade relativa na cidade de Pelotas é bastante alta em todos os meses do ano, superior a 75%, caracterizando a região como muita úmida. Por consequência a umidade relativa elevada, contribui para o aparecimento considerável de manchas de umidade, mofo e bolor.

No âmbito da aplicação do MMD, no cálculo do FDt das vistas, foi possível observar que assim como no mapa de danos há predominância das manifestações patológicas de manchas de umidade, mofo e bolor; descolamentos de pintura e de reboco. De modo geral, na análise do túnel, o FDt é de 76,50% sendo deste 61,85% dos danos de manchas de umidade, mofo e bolor. Da mesma maneira que o mapa de danos, os resultados do MMD demonstram que a maioria dos danos encontradas no túnel se deve à presença de água no interior da edificação. Em vista do túnel 7 – segmento 2 apresentar estado de degradação elevado (FDt 76,50%) não foi possível identificar de maneira geral a região mais degradada.

5 Conclusões

Neste trabalho, a proposta de aplicação do MMD em parte dos túneis (subsolo) do prédio da antiga instalação da Cervejaria Ritter com base nas informações históricas e características construtivos, além da construção o mapa de danos, mostrou-se uma metodologia eficaz de avaliação do estado de degradação pois permitiu a quantificação das incidências de manifestações patológicas.

A partir dos dados obtidos pelo mapeamento do túnel 7 – segmento 2 pode-se concluir que FDt é de 76,50%, sendo a manifestação patológica mais recorrente manchas de umidade; mofo e bolor. Um fator que deve ser evidenciado é que grande parte das manifestações patológicas incidentes no túnel deste estudo são problemas relacionados à presença de água e a pouca ventilação dos túneis. Não foi possível apresentar de maneira precisa a região mais degradada em vista da degradação das regiões de maneira homogênea.

Referências

- AGUIAR, M. S. *Ritter*. 2000. Monografia (Disciplina Teoria e História da Arquitetura e Urbanismo V) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2000.
- ALMEIDA, L.M.; BASTOS, M.S. A Experiência da cidade de Pelotas no processo de preservação patrimonial. *Revista Centro de Preservação Cultural*, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 96-118, out. 2006
- AZEVEDO, S.L.; GUERRA, F.L. Considerações sobre patologias e restauração de edifícios. *Techne: Revista de Tecnologia da Construção*, São Paulo, v. 144, p. 42-45, 2009.
- DALTOÉ, G. Arquitetura Eclética de Caetano Casaretto em Pelotas/RS. *Revista Memória em Rede*, v. 3, n.8 p. 192-209, jan./jun.2013
- GUERRA, F.L. *Biodeterioração de conjuntos histórico do século XIX em Pelotas/RS: fungos filamentosos*. 2012. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa em Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.
- HAUTEQUESTT FILHO, G.C.; ACHIAMÉ, G.G. Diretrizes para representação gráfica de mapa de danos. In: *CONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS*, 6º, 2018, Rio de Janeiro. Anais [...] Rio de Janeiro: PATORREB, 2018, 80626.
- IOSHIMOTO, E. Incidências de manifestações patológicas em edificações habitacionais. In: *Tecnologia de edificações*. Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo: Pini, IPT, 1988. p. 545-548.
- LÉON, Z. *Casarão Contam sua História – Vol. 2*. São Lourenço do Sul: Editora D. M. Hofstätter, 1993.
- LICHTENSTEIN, N. B. *Patologia das Construções*. Boletim Técnico 06/86. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia e Construção Civil. São Paulo, 1986.
- MAGALHÃES, M.O. *Opulência e cultura na província de São Pedro do Rio Grande do Sul: um estudo sobre a história de Pelotas (1860-1890)*. Pelotas: EdUFPel/Coedição Livraria Mundial, 1993.
- MAGALHÃES, M.O. *História e tradições da cidade de Pelotas*. 6.ed. Porto Alegre: Ardotempo, 2011.
- MESQUITA, E; NETO, F.C; MARTINI, R. Caracterização dos Danos da Estação Ferroviária Rua Doutor João Felipe. In: *XIII CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS - CINPAR*, 13º, 2017, Crato. Anais [...] Crato: Volume V Patrimônio Histórico, ISBN 978-85-65425-32-2, 2016. p.189-206.
- OLIVEIRA, A. L. *Reciclagem dos Prédios da Faculdade de Medicina/UFPEL*. 1983. Monografia (Disciplina Projeto Arquitetônico e Urbanístico VIII) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1983.

- PEDRO, E.G.; MAIA, L.E.F.C.; ROCHA, M.O.; CHAVES, M.V. *Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada*. 2002. Monografia (Pós-graduação em Engenharia de Avaliações e Perícias) - Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade FUMEC (Fundação Mineira de Educação e Cultura), Belo Horizonte, 2002.
- PERES, R.M. *Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico – um estudo de caso*. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa em Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- PERES, R.M. *Legado da tecnologia construtiva de imigrantes italianos ao patrimônio arquitetônico de Pelotas*. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa em Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- PINHEIRO, P.I.S.; BAUER, E.; SOUZA, J.S. Aplicação do método de mensuração da degradação com a finalidade de quantificação da vida útil. In: *XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS*, 12º, 2017, São Paulo. Anais [...] São Paulo: ISSN 2446-6824, 2017. 152.
- RODRIGHIERO, J. C. *Descaracterização no Eclétismo da Cidade de Pelotas/RS: Proposta de Método de Análise*. 2019. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.
- RODRIGUES, M. F. S. *Estado de conservação de edifícios de habitação a custos controlados índice de avaliação e metodologia para a sua obtenção*. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2008.
- SANTOS, C. A. A. *Espelhos, Máscaras, Vitruvianas: estudo iconológico de fachadas arquitetônicas – Pelotas, 1870-1930*. 1997. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Programa em Artes Visuais. Porto Alegre, 1997.
- SANTOS, D. G. *Estudo da vida útil e degradação de fachadas em argamassa a partir da inspeção de edifícios*. 2018. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- SCHLEE, A.R. *O Eclétismo na Arquitetura Pelotense até as Décadas de 30 e 40*. 1993. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Departamento de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.
- SILVA, J.B.; BURGUEÑO, L.E.T.; FERREIRA, C.C.; PEREIRA, R.S.. Umidade relativa em Pelotas, RS. I – Análise estatística. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 10, n.1 p. 129-134. 2002.
- SILVA, M.N.B. *Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada – aplicação ao caso de Brasília/DF*. 2014. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- SOARES, P. R. R. *Del proyecto urbano a la producción del espacio: morfología urbana de la ciudad de Pelotas, Brasil (1812-2000)*. 2002. Tese (Doutorado) - Universitat de Barcelona, Facultad de Geografía e Historia, Departamento de Geografía Humana, Barcelona, 2002.

TAVARES, A.; COSTA, A.; VARUM, H. *Manual de reabilitação e manutenção de edifícios: guia de intervenção*. Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro. Inovadomus. 2011.

TIRELLO, R.A.; CORREA, R. Sistema Normativo para mapas de danos de edifícios históricos aplicados à Lidgerwood Manufacturing Company de Campinas. In: *VI COLÓQUIO LATINO-AMERICANO SOBRE RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO INDUSTRIAL*, 6º, 2012, São Paulo. Anais [...] São Paulo: Temática 01 - Teoria, Proteção e Conservação: Classificação, Restauro e Reutilização do Patrimônio Industrial, 2012.

VERÇOSA, E.J. *Patologia das Edificações*. Porto Alegre: Editora Sagra, 1991.