

Casa de Oswaldo Cruz – FIOCRUZ
Programa de Pós-graduação em Preservação e Gestão do
Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde

BENONI DA GAMA OLIVEIRA

**MONITORAMENTO DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS: UMA ESTRATÉGIA PARA A
MELHORIA CONTÍNUA DA CONSERVAÇÃO PREVENTIVA DO PATRIMÔNIO
ARQUITETÔNICO DA FIOCRUZ**

Rio de Janeiro

2021

BENONI DA GAMA OLIVEIRA

**MONITORAMENTO DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS: UMA ESTRATÉGIA PARA A
MELHORIA CONTÍNUA DA CONSERVAÇÃO PREVENTIVA DO PATRIMÔNIO
ARQUITETÔNICO DA FIOCRUZ**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde da Casa de Oswaldo Cruz – Fiocruz, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre. Área de Concentração: Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Carla Maria Teixeira Coelho (COC/FIOCRUZ)

Rio de Janeiro

2021

BENONI DA GAMA OLIVEIRA

MONITORAMENTO DE EDIFÍCIOS HISTÓRICOS: UMA ESTRATÉGIA PARA A MELHORIA CONTÍNUA DA CONSERVAÇÃO PREVENTIVA DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO DA FIOCRUZ

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde da Casa de Oswaldo Cruz – Fiocruz, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre. Área de Concentração: Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Carla Maria Teixeira Coelho (Programa de Pós-Graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde da Casa de Oswaldo Cruz - Fiocruz) –
Orientadora

Prof. Dr. Marcos José de Araújo Pinheiro (Programa de Pós-Graduação em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde da Casa de Oswaldo Cruz - Fiocruz)

Profa. Dra. Daniella Martins Costa (Universidade Federal do Rio de Janeiro – FAU/UFRJ)

Rio de Janeiro

2021

Ficha Catalográfica

O48m Oliveira, Benoni da Gama.

Monitoramento de edifícios históricos : uma estratégia para a melhoria contínua da conservação preventiva do patrimônio arquitetônico da Fiocruz / Benoni da Gama Oliveira ; orientado por Carla Maria Teixeira Coelho. – Rio de Janeiro: s.n., 2021.

254 f.

Dissertação (Mestrado em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde) – Fundação Oswaldo Cruz. Casa de Oswaldo Cruz, 2021.

Bibliografia: 215-226f.

1. Arquitetura de Instituições de Saúde. 2. Conservação Preventiva.
3. Patrimônio Cultural. 4. Brasil.

CDD 725.5

Catálogo na fonte - Marise Terra Lachini – CRB6-351

À minha esposa Teresa Cristina e aos meus
pais (*in memoriam*), Agostinho Antônio de Oliveira e Maria Ítala da Gama Oliveira.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que nos dá o dom da vida e nos coloca frente a oportunidades de crescimento profissional, pessoal e social.

No decorrer da história de vida de cada pessoa existem momentos de conquistas e perdas. Mas em todos os momentos temos a oportunidade de agradecer aos que antes de nós lutaram para que no presente tenhamos boas oportunidades. Nesse sentido agradeço a meus pais em memória, que me ensinaram a viver, que tanto lutaram por uma vida simples, digna e honesta, que me levaram a oportunidade de estudar e aprimorar meus conhecimentos intelectuais e profissionais.

A família é uma das bases da sociedade e constitui o apoio necessário nos momentos de lutas, desafios e sucessos na vida. Dessa forma agradeço à minha esposa que ao longo de todas as minhas jornadas e de estudo tem me apoiado dando forças para seguir em frente.

Agradeço à minha orientadora, professora Carla Coelho, que com muita paciência e competência me passou informações que contribuíram em muito para que a minha visão sobre a pesquisa fosse grandemente ampliada. Nesse tempo não somente fiz uma pesquisa que se concretizou em um trabalho acadêmico, mas também adquiri conhecimentos tácitos que levarei por toda a minha vida.

Considero que o ensino é uma das áreas da atividade humana de valor inestimável. Um professor não é simplesmente alguém que desempenha uma atividade profissional, é muito mais do que isso. É fazer parte da construção da vida de outras pessoas. Nesse sentido agradeço a todos os professores que ministraram aulas para mim e meus colegas de turma.

Para que eu pudesse aqui estar escrevendo sobre meus agradecimentos tive que passar por aulas, utilizar textos, precisei fazer um cadastro no sistema de gestão do mestrado, minhas notas precisaram ser registradas e muitas outras atividades processuais foram feitas. Todas essas realizações foram feitas por algumas pessoas trabalharam e estão sempre trabalhando todos os dias para que tudo aconteça, e ao final, os alunos recebam seus títulos. Assim agradeço a todos que compõem a secretaria acadêmica e aos que coordenam o curso de mestrado da Casa de Oswaldo Cruz.

O trabalho nos dignifica, gera amizades, traz aprendizados e significa falar de pessoas e relacionamentos. Nesse cenário nos últimos dez anos da minha vida tenho tido a oportunidade de conviver com amigos de trabalho que contribuíram para um grande crescimento da minha vida profissional. Deixo então aqui de todo o meu coração, sinceros agradecimentos a todos os meus amigos de trabalho da Casa de Oswaldo Cruz e do Departamento de Patrimônio Histórico. Sem cada um deles eu não estaria escrevendo esse texto.

Na vida profissional e acadêmica precisamos olhar para a história de nosso Brasil e assim entender que as oportunidades que hoje estão em nossas mãos, são fruto do trabalho e dedicação de muitos profissionais do passado. Assim agradeço à instituição Fiocruz/ Casa de Oswaldo Cruz que vem ao longo de muitos anos criando um ambiente de oportunidade para muitas pessoas através da excelência no ensino, divulgação científica e aprimoramento profissional.

“A melhor maneira de prever o futuro é criá-lo”.
(Peter Drucker, 1909 – 2005)

RESUMO

O presente trabalho está ligado ao tema da conservação preventiva de edificações históricas. O objetivo é analisar ferramentas e tecnologias de monitoramento de edificações como fornecedoras de dados necessários para subsidiar as ações de conservação preventiva e análise de riscos em edifícios históricos. Foram consideradas experiências internacionais e nacionais em monitoramento de edifícios históricos, em especial a atuação do Departamento de Patrimônio Histórico da Casa de Oswaldo Cruz/ Fiocruz que através de uma equipe especializada é responsável pela conservação dos edifícios históricos da instituição. As edificações em questão são em sua maioria tombadas pelos órgãos de preservação em âmbito nacional, estadual e municipal e nesse contexto conformam um amplo cenário para a pesquisa. Técnicas e equipamentos de monitoramento cuja utilização seja viável no contexto brasileiro foram identificadas e organizadas de acordo com os agentes de deterioração. Como resultado aplicado desse trabalho foram definidas orientações para aprimoramento do monitoramento dos edifícios históricos da Fiocruz. De maneira mais ampla o trabalho busca orientar o uso de tecnologias, equipamentos e ferramentas para o monitoramento de edificações históricas, contribuindo para a prática da conservação preventiva no Brasil.

Palavras-Chave: Monitoramento, conservação preventiva, edifícios históricos, tecnologia, ferramenta.

ABSTRACT

The present work is linked to the theme of preventive conservation of historical buildings. The objective is to present tools and technologies for monitoring buildings as suppliers of data necessary to support preventive conservation actions and risk analysis in historic buildings. International and national experiences in monitoring historic buildings were considered, especially the performance of the Department of Historical Heritage of Casa de Oswaldo Cruz / Fiocruz, which through a specialized team is responsible for the conservation of the historical buildings of the institution. The buildings in question are mostly listed by the preservation agencies at the national, state, and municipal levels and in this context form a broad scenario for the research. Monitoring techniques and equipment whose use is feasible in the Brazilian context were identified and organized according to the agents of deterioration. As a result of this work, guidelines were defined to improve the monitoring of Fiocruz's historic buildings. More broadly, the work seeks to guide the use of technologies, equipment, and tools for the monitoring of historical buildings, contributing to the practice of preventive conservation in Brazil.

Keywords: Monitoring, preventive conservation, historical buildings, technology, tool.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<i>Figura 1 – QR Code para acesso ao vídeo da reportagem sobre o uso de drone na conservação do Castelo Mourisco.</i>	46
<i>Figura 2 - Vista geral do primeiro aglomerado de estruturas ao sul de Makli. O local se estende por seis quilômetros ao norte.</i>	54
<i>Figura 3 - Rissfox Datalogger Scanttronic Magrauger.</i>	55
<i>Figura 4 - A tumba altamente significativa de Jam Nizam Al Din no extremo norte das Colinas Makli, propriedade do Patrimônio Mundial.</i>	56
<i>Figura 5 - A equipe que instalou o monitor de crack digital, 2019.</i>	56
<i>Figura 6 - Resultados do monitor digital de rachaduras mostrando o movimento diário de 0,061+mm e 0,042 mm devido à expansão térmica.</i>	57
<i>Figura 7 - Catel del Monte. Fonte: (ANGELINI; COSTANTINO; MILAN, 2011)</i>	58
<i>Figura 8 - Modelo 3D texturizado com software Autocad 3D.</i>	59
<i>Figura 9 - Modelo 2D obtido. Fonte: (ANGELINI; COSTANTINO; MILAN, 2011)</i>	59
<i>Figura 10 - Vista interior da igreja de Sant'Andrea.</i>	60
<i>Figura 11 - Vista aérea da igreja de Sant'Andrea.</i>	61
<i>Figura 12 - Projeção ortográfica da seção longitudinal (superior) e da fachada (inferior).</i>	62
<i>Figura 13 - Plano interno com a textura do piso fotogramétrico.</i>	63
<i>Figura 14 - Nuvem de pontos do teto da igreja. Resultado do Laser Scanner.</i>	63
<i>Figura 15 - Visão hiposcópica do teto com a projeção dos cofres e das cúpulas: padrão de rachaduras e mapeamento de danos.</i>	64
<i>Figura 16 – Fachada principal Museu Casa de Rui Barbosa, dezembro 2011</i>	66
<i>Figura 17 – Argamassa-teste grupo A1 – acabamento desempenhado para o emboço.</i>	67
<i>Figura 18 – Argamassa-teste grupo D – Aspecto final</i>	67
<i>Figura 19 – Vista geral da parede-teste</i>	68
<i>Figura 20 – Vista da área de guarda da Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz após a intervenção de 2008.</i>	71
<i>Figura 21 – Localização dos data loggers.</i>	72
<i>Figura 22 – Data logger no interior da gaveta da Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz.</i>	73
<i>Figura 23 – Parâmetros (temperatura e umidade relativa do ar) coletados na sala 215, da Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz e em área externa durante dezembro de 2009.</i>	74
<i>Figura 24 – Parâmetros (temperatura e umidade relativa do ar) coletados no interior de uma gaveta da Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz, na sala 215 e em área externa durante janeiro de 2010.</i>	74
<i>Figura 25 – Trinca na fachada dos fundos do Anexo da Casa de Chá. Destaque para a lâmina de vidro usada para o monitoramento da trinca.</i>	75
<i>Figura 26 - Técnico instala iscas para cupins no solo: sistema inibe o crescimento do inseto, que morre por inanição, sem agredir o meio ambiente.</i>	76
<i>Figura 27 - Prédio da FUNDUNESP. Fonte: (MENON, 2010)</i>	77

<i>Figura 28 - Iscas confeccionadas a partir de garrafas PET e papelão corrugado. Fonte: (MENON, 2010)</i>	77
<i>Figura 29 - Instalação das iscas para monitoramento e erradicação dos cupins. Fonte: (MENON, 2010)</i>	78
<i>Figura 30 - Localização das iscas instaladas ao redor da edificação. Fonte: (MENON, 2010)</i>	79
<i>Figura 31 - Localização das iscas com atividade dos cupins (Atividade termítica). Resultado do monitoramento.</i>	80
<i>Figura 32 - Consumo superior a 50% do papelão com o produto bistrifluron. Isso significa o processo de erradicação dos cupins.</i>	80
<i>Figura 33 - Casa da Marquesa de Santos, Localizada em São Cristóvão, no Rio de Janeiro.</i>	81
<i>Figura 34 - Nuvem de pontos da Casa da Marquesa de Santos, fachada principal e lateral esquerda</i>	83
<i>Figura 35 - Vista da Igreja Nossa Senhora do Rosário do Homens Pretos.</i>	84
<i>Figura 36 - Modelo numérico em malha de elementos finitos.</i>	86
<i>Figura 37 - Vista da Casa desde a testada do lote. Fonte: BARRETO JÚNIOR, 2017, p. 25.</i>	87
<i>Figura 38 - Trinca vertical, no meio da parede Sudeste 2. Pode indicar possível separação desta ala em relação ao restante da casa e/ou abertura superior da estrutura do telhado.</i>	88
<i>Figura 39 - Detalhe da mesma trinca, que se inicia junto ao telhado.</i>	89
<i>Figura 40 - Trinca manifestada internamente, situada na quina de encontro entre as paredes Sudoeste 2 e Sul 2.</i>	90
<i>Figura 41 - Equipamento sendo calibrado e nivelado para a primeira cena pelo técnico Kesyo Arruda. Fonte: Acervo Ivo Barreto, 2016.</i>	91
<i>Figura 42 - QRCode8 para visualização de vídeo da execução da varredura em uma das cenas internas.</i>	91
<i>Figura 43 - QR Code para visualização de vídeo da execução da varredura em alta resolução, em um dos ornamentos mais importantes da casa. Fonte: Acervo Ivo Barreto, 2016.</i>	92
<i>Figura 44 - Nuvem de pontos resultante do mapeamento. Fonte e manipulação: Ivo Barreto, 2016. Autoria da Nuvem de Pontos: BRTech 3D, 2016.</i>	92
<i>Figura 45 - Planta Baixa da Casa da Flor, incluindo muralhas e escadaria (acima da cota 3.65). Levantamento realizado com laser Scanning, possibilitando detalhamento real, compatível à complexidade da obra.</i>	93
<i>Figura 46 - Imagem do interior da Casa da Flor. Resultado da nuvem de pontos e fotogrametria obtido através de vídeo disponibilizado pelos autores.</i>	94
<i>Figura 47 - QRCode de acesso para vídeo de percurso pela fotogrametria 360 graus, interna.</i>	94
<i>Figura 48 - O que é pressão?</i>	102
<i>Figura 49 - MEDIDOR DE ESPESSURA DE CAMADA C/ DATALOGGER BASE FERROSA E NÃO FERROSA.</i>	103
<i>Figura 50 - Medidor de fissuras triortogonal.</i>	104
<i>Figura 51 - Medidor triortogonal de junta.</i>	105
<i>Figura 52 - Fissura no piso de uma edificação histórica.</i>	105
<i>Figura 53 - Transdutor de Deslocamento Linear.</i>	106
<i>Figura 54 - Medidor mecânico de fissura.</i>	107
<i>Figura 55 - Medidor de fissura - sinal elétrico.</i>	107

<i>Figura 56 - Modelo de instalação para o medidor de fissura.</i>	108
<i>Figura 57 - Medidor uniaxial de trinca.</i>	108
<i>Figura 58 - Exemplo de instalação do medidor de trinca.</i>	109
<i>Figura 59 - Exemplo de instalação do medidor biaxial.</i>	110
<i>Figura 60 - Monitor de Ruído e Vibração.</i>	111
<i>Figura 61 - Microscópio eletrônico portátil.</i>	112
<i>Figura 62 - Adaptador WIFI.</i>	113
<i>Figura 63 - Imagem feita com câmera termográfica. indício de defeito ou alto consumo de corrente elétrica.</i>	115
<i>Figura 64 - Câmera termográfica.</i>	117
<i>Figura 65 - MEDIDOR E MONITOR DE ENERGIA ELÉTRICA.</i>	117
<i>Figura 66 - Controlador e monitor de temperatura e umidade.</i>	118
<i>Figura 67 - Equipamento para comunicação sem fio via WIFI.</i>	119
<i>Figura 68 - DETECÇÃO POR ASPIRAÇÃO - VESDA.</i>	120
<i>Figura 69 - Tubo de aspiração detectores de incêndio – cor laranja. Instalados na biblioteca de obras raras do Pavilhão Mourisco na Fiocruz.</i>	121
<i>Figura 70 - Acionador Manual sem fio.</i>	121
<i>Figura 71 - DETECTOR DE FUMAÇA WIRELESS.</i>	122
<i>Figura 72 - REPETIDOR AC IP65 COM SIRENE BP MULTI TONS</i>	123
<i>Figura 73 - CENTRAL FIREBEE TELA 18" ATÉ 65.000 PONTOS, SEM FIO.</i>	124
<i>Figura 74 - Detector Inteligente De Fumaça Wifi Alarme Sonoro.</i>	125
<i>Figura 75 - Espectrômetro de fluorescência de Raio-x dispersivo de energia portátil.</i>	127
<i>Figura 76 – Câmera inteligente IP Rotativa.</i>	128
<i>Figura 77 - Medidor de teor de umidade.</i>	130
<i>Figura 78 - Data logger Wi-Fi. - Com sensores integrados para temperatura, umidade, iluminância e radiação UV.</i>	132
<i>Figura 79 - Monitor de temperatura.</i>	133
<i>Figura 80 - Data logger Wi-Fi. - Com sensores integrados de umidade e temperatura.</i>	135
<i>Figura 81 - Registrador de dados de vibração, umidade e temperatura para monitoramento de transporte.</i>	136
<i>Figura 82 - Higrômetro. Fonte: (LEBLANK, 2013)</i>	136
<i>Figura 83 - Monitor e controlador de temperatura.</i>	137
<i>Figura 84 - Mini data logger Temperatura.</i>	138
<i>Figura 85 - Sensor inteligente de temperatura.</i>	139
<i>Figura 86 - Monitor de alta precisão para quatro monitoramentos distintos.</i>	140
<i>Figura 87 - Controlador e monitor de temperatura e umidade.</i>	140
<i>Figura 88 - Termômetro digital. Fonte: (LEBLANK, 2013)</i>	141
<i>Figura 89 - Sistema de CFTV (Circuito fechado de TV).</i>	142
<i>Figura 90 – Sensor de Porta WiFi. Alimentação por Pilha AAA Smart Life Inteligente Google Home Detector de Aberto/Fechado Janela.</i>	143

<i>Figura 91 - Sensor De Presença Wi-fi.</i>	144
<i>Figura 92 - Sensor De Inundação De Água Inteligente Wi-fi.</i>	145
<i>Figura 93 - Nível De Água Fuga De Água - Alarme Inteligente Wifi.</i>	146
<i>Figura 94 – DRONE.</i>	147
<i>Figura 95 - Monitoramento de calha coletora de águas pluviais com drone na edificação Cavalariaça.</i>	147
<i>Figura 96 - Câmera ip Rotativa Ictsee 2 Antenas Wifi.</i>	148
<i>Figura 97 - Estação Meteorológica Digital Completa.</i>	149
<i>Figura 98 - Válvula de Água Inteligente Wifi.</i>	150
<i>Figura 99 - Canto sudeste do telhado da Fortaleza, Castelo Carlisle. © Inglaterra Histórica.</i>	151
<i>Figura 100 - As áreas azuis em Carlisle são mais frias, indicando alvenaria úmida; as amarelas fracas são mais quentes, indicando vazios © Inglaterra Histórica.</i>	152
<i>Figura 101 -BOROSCÓPIO DIGITAL PORTÁTIL.</i>	153
<i>Figura 102 - Minicâmera Versão Alemã Camcorder Com Visão Noturna.</i>	154
<i>Figura 103 - Data logger Wi-Fi - Com sensores integrados de umidade e temperatura.</i>	156
<i>Figura 104 - Analisador de ozônio portátil Multifuncional O3 inteligente. com Sensor, monitor de poluição e da qualidade do ar.</i>	157
<i>Figura 105 - FTIR PORTÁTIL AGILENT 4300.</i>	158
<i>Figura 106 - Exemplo de trabalho de campo com o Espectrômetro FTIR portátil.</i>	158
<i>Figura 107 - BWTEK i-Raman Plus portátil.</i>	159
<i>Figura 108 - Uso do Espectrômetro Raman portátil em uma obra de arte.</i>	159
<i>Figura 109 - ScanA Scanx Scout com placas de Raio-x e Raio-x para urce.</i>	161
<i>Figura 110 - Imagem de Raio-x sobre uma obra de arte.</i>	161
<i>Figura 111 – Mapa mostrando o desfiladeiro natural 'Siq' medindo 12km servindo o Patrimônio Mundial de Petra como a entrada principal (UNESCO, 2019).</i>	169
<i>Figura 112 - Ambiente da inteligência artificial no contexto brasileiro.</i>	171
<i>Figura 113 - Primeiro protótipo do veículo de controle remoto com câmera feito em 2016.</i>	174
<i>Figura 114 - QR CODE para acesso ao vídeo do primeiro trabalho experimental com o veículo de controle remoto com câmera. Filmagem do túnel na Parca Pasteur.</i>	174
<i>Figura 115 - Caminho do túnel identificado.</i>	175
<i>Figura 116 - Comparação entre os tamanhos de dois modelos de veículos de controle remoto.</i>	177
<i>Figura 117 - Comparação entre o tamanho das rodas de dois veículos de controle remoto.</i>	177
<i>Figura 118 - Minicâmera Fpv 1000tvl 2.8mm Palm Ntsc Wide Angle.</i>	178
<i>Figura 119 - SQ10 Minigravador de Câmera Full HD 1080 P Micro dv Sensor de Movimento USB Câmera Filmadora Câmera de Visão Noturna Infravermelha.</i>	179
<i>Figura 120 - 73. G T. power 3 Canais Vídeo Switcher.</i>	179
<i>Figura 121 - 72. Guinbal – FPV de Câmera com 2x Servos 9g.</i>	180
<i>Figura 122 - Receptor do controle remoto sem fio.</i>	180
<i>Figura 123 - Controle remoto e transmissor para o controle das câmeras.</i>	181

<i>Figura 124 - 81. Monitor de Fpv de 5 Polegadas, Lcd a Cores de 1024x600.</i>	181
<i>Figura 125 - 82. Gravador de Vídeo de Áudio para sistema de Fpv.</i>	181
<i>Figura 126 - Equipamento para transmissão sem fio das imagens captadas pelas câmeras de pilotagem do veículo de controle remoto. FONTE: Autor.</i>	182
<i>Figura 127 - Baterias para o sistema de transmissão e controle das imagens. FONTE: Autor.</i>	182
<i>Figura 128 - Veículo de controle remoto com câmeras.</i>	183
<i>Figura 129 – QR Code para acesso a um vídeo que mostra a descrição do sistema do veículo de controle remoto com câmeras.</i>	184
<i>Figura 130 – QR Code para acesso a um vídeo que descreve como se usam as câmeras de pilotagem do veículo de controle remoto.</i>	184
<i>Figura 131 – QR Code para acesso a um vídeo que mostra a pilotagem do veículo de controle remoto usando as câmeras como referência. Fonte: Acervo do Autor.</i>	184
<i>Figura 132 - Imagem de vistoria no entreferro do Pavilhão Mourisco revelando patologia de infiltração. __</i>	185
<i>Figura 133 - QR Code para visualização do vídeo completo da vistoria de onde foi tirada a imagem anterior.</i>	186
<i>Figura 134 – Minicâmera IP WI-FI.</i>	187
<i>Figura 135 - Fotos tiradas com a câmera WI-FI. A foto a esquerda foi tirada sem nenhuma luz e a foto a direita foi tirada a noite com pouca luz.</i>	188
<i>Figura 136 - Sistema de transmissão sem fio para vídeos em tempo real.</i>	189
<i>Figura 137 - Radar portátil de penetração no solo.</i>	190
<i>Figura 138 - Detector e Scanner de Materiais até 150 milímetros.</i>	191
<i>Figura 139 - TOMADA INTELIGENTE 16A. PARA INSTALAÇÃO SOBRE TOMADA COMUM EXISTENTE</i>	192
<i>Figura 140 - Conjunto de Tomada Inteligente WiFi Branco Líder. TOMADA INTELIGENTE PARA EMBUTIRA NA PAREDE.</i>	192
<i>Figura 141 - Tela do aplicativo da tomada inteligente EKAZA onde se faz a programação horária.</i>	193
<i>Figura 142 - Tela de monitoramento da tomada inteligente EKAZA com dados elétricos.</i>	194
<i>Figura 143 - Interruptor 127V Inteligente Wi-Fi.</i>	195
<i>Figura 144 - Acionador inteligente WIFI.</i>	196
<i>Figura 145 - Disjuntor inteligente Wi-Fi.</i>	197
<i>Figura 146 - Pavilhão Mourisco. Fonte: Acervo Fiocruz/COC/DPH – Peter Illiciev.</i>	201
<i>Figura 147 - Cavalariça. Fonte: Acervo Fiocruz/COC/DPH</i>	206
<i>Figura 148 - Pavilhão do Relógio. Fonte: Acervo Fiocruz/COC/DPH</i>	208
<i>Figura 149 - INTERAÇÃO ENTRE CONSERVAÇÃO PREVENTIVA, IOT E IA.</i>	211
<i>Figura 150 - Sensibilidade química de alguns materiais à temperatura ambiente.</i>	249
<i>Figura 151 - Valores aproximados da vida útil de materiais em várias temperaturas.</i>	250
<i>Figura 152 - Danos físicos causados ou agravados por temperaturas muito altas ou muito baixas.</i>	251

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 - Efeito dos poluentes nos objetos.</i>	252
<i>Tabela 2 - Diretrizes sobre as concentrações de poluentes transportados pelo ar (após Tétrault, 2003).</i>	253

LISTA DE ABREVIATURAS

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior;

CECI – Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada;

CECOR - Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais;

CECRE - Curso de Especialização em Conservação e Restauração de Monumentos e Sítios Históricos;

CIPA - International Committee of Architectural Photogrammetry

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;

COC – Casa de Oswaldo Cruz;

DAC/FEC-Unicamp - Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas;

DPH – Departamento de Patrimônio Histórico;

EUA – Estados Unidos da América;

FAPERJ - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro;

FEDER - Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional;

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz;

GCOR - Grupo de Conservação e Restauo da Arquitetura e Sítios Históricos;

ICCROM - International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property;

ICOM – International Council of Museums (Conselho Internacional de Museus);

ICOM-CC – International Council of Museums - Committee for Conservation (Conselho Internacional de Museus – Comitê de Conservação);

ICOMOS – International Council of Monuments and Sites (Conselho Internacional de Monumentos e Sítios);

ICICT – Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde;

INEPAC – Instituto Estadual do Patrimônio Cultural e Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro;

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional;

NAHM – Núcleo Arquitetônico Histórico de Manguinhos;

NEP – Núcleo de Educação Patrimonial;

NUCLEUAS – Núcleo de Estudos de Urbanismo e Arquitetura em Saúde;

ONU – Organização das Nações Unidas;

PRECOMOS - Preventive Conservation, Monitoring and Maintenance of Monuments and Sites;

SEP – Serviço de Educação Patrimonial;

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais;

UNESCO – United Nations Organization for Education, Science and Culture (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura);

Sumário

1.	<i>Introdução</i>	21
2.	Capítulo 1 – Conservação Preventiva Como Estratégia de Ação	28
2.1.	<i>Teoria da Preservação e a Conservação Preventiva</i>	30
2.2.	<i>O Contexto Brasileiro</i>	38
2.3.	<i>Atuação do Departamento de Patrimônio Histórico da Casa de Oswaldo Cruz em ações de conservação preventiva.</i>	42
3.	Capítulo 2 – Monitoramento de Edifícios Históricos: Exemplos e Aplicações	47
3.1.	<i>Monitoramento Para Edifícios Históricos</i>	48
3.2.	<i>Exemplos Internacionais de Monitoramento</i>	51
3.3.	<i>Exemplos de Monitoramento no Brasil</i>	65
3.3.2.	<i>O Monitoramento Como Estratégia de Ação</i>	70
4.	Capítulo 3 – Ferramentas e Técnicas de Monitoramento	97
4.1.	<i>Agentes de Deterioração e Equipamentos de Monitoramento</i>	99
4.2.	<i>Considerações gerais sobre uso e manutenção de equipamentos de monitoramento</i>	162
4.3.	<i>Internet das Coisas, Inteligência Artificial e Conservação Preventiva</i>	165
4.4.	<i>Equipamentos Personalizados Para Apoio ao Monitoramento</i>	172
4.5.	<i>Equipamentos especializados para subsidiar diagnósticos e projetos</i>	189
4.6.	<i>Acionamentos Remotos – Ligar e Desligar Qualquer Coisa</i>	191
5.	Capítulo 4 – Recomendações de Monitoramento para os Edifícios Históricos da Fiocruz	199
5.1.	<i>Monitoramentos na edificação Pavilhão Mourisco</i>	201
5.2.	<i>Monitoramentos na edificação Cavalaria</i>	206
5.3.	<i>Monitoramentos no Pavilhão do Relógio</i>	208
6.	<i>Considerações finais</i>	212
7.	<i>Referências Bibliográficas</i>	215

8. *Apêndice 1 - Lista de equipamentos de monitoramento e especificações técnicas* 227
9. *Anexo 1* _____ 249

1. Introdução

A conservação preventiva é uma estratégia para a preservação do patrimônio histórico-cultural. Visando melhorias para os processos de manutenção e conservação preventiva de edifícios históricos, e através de uma pesquisa exploratória propõe-se, neste trabalho, a introdução de ferramentas e equipamentos de monitoramento como parte da estratégia preventiva visando contribuir para a gestão da conservação do patrimônio edificado no contexto brasileiro. Espera-se, assim, gerar informações eficazes para os processos de conservação preventiva. Essas ações também poderão contribuir para alimentação e revisão de planos de conservação preventiva de edificações históricas.

Ao longo de dez anos o autor do presente trabalho desenvolve sua atividade no Departamento de Patrimônio Histórico da Casa de Oswaldo Cruz / Fiocruz elaborando projetos de instalações elétricas, telefonia e rede de dados para edifícios históricos e dando apoio a serviços de manutenção. Nesse tempo observam-se as necessidades e oportunidades do trabalho com conservação preventiva. É bastante interessante identificar a ligação existente entre os conhecimentos de projetos na área de instalações elétricas e instrumentação industrial por parte do autor, e a conservação preventiva. Tem sido possível observar que a conservação preventiva é um ambiente repleto de variáveis que precisam ser medidas, entendidas, estudadas, monitoradas etc. Esse é o mesmo contexto de uma fábrica onde existem inúmeros processos de fabricação que precisam ser medidos, entendidos e estudados e monitorados. Vendo essa interação entre diversos conhecimentos adquiridos identifica-se a oportunidade de fazer um trabalho que venha conectar engenharia elétrica e conservação preventiva no campo do patrimônio cultural. Entende-se que trabalhos nessa área representam um ambiente com muitas oportunidades para agregar valor não somente aos edifícios históricos, mas sim ao grande e importante universo da preservação dos bens culturais.

O presente trabalho contempla o estudo de estratégias e equipamentos de monitoramento que possam ser utilizados para subsidiar ações de conservação preventiva em edifícios históricos. Como afirma Walton (2003: 6) monitorar é acompanhar a evolução das mudanças de estado que ocorrem no objeto que se quer conservar. O acompanhamento das mudanças se faz através de um grupo de medições sobre variáveis conhecidas. O armazenamento e estudo dos valores medidos relacionados à essas variáveis poderão levar a um grande entendimento do que possa estar ocorrendo, por exemplo, em uma edificação histórica.

É importante entender que um dos principais objetivos da conservação preventiva é introduzir ações que possam estabilizar o estado físico de uma edificação histórica ou reduzir danos, frente às inúmeras variáveis que possam estar causando esses danos (PRECOMOS UNESCO CHAIR, 2009). Nesse sentido, o monitoramento é uma das partes que constitui a conservação preventiva no contexto da preservação de edificações históricas.

O presente trabalho terá como objeto de pesquisa o Campus Manguinhos da Fiocruz no Rio de Janeiro, onde existe um grupo de edificações ecléticas - conhecido como Núcleo Arquitetônico Histórico de Manguinhos (NAHM) - e de edificações modernistas. Alguns desses edifícios históricos são tombados em âmbito federal, estadual e municipal (Respectivamente pelo IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional; INEPAC – Instituto Estadual do Patrimônio Cultural e Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro). Tais edificações são de valor para a sociedade brasileira e constituem um ambiente onde a conservação preventiva vem sendo aplicada como estratégia de preservação. É importante ressaltar que devido a pandemia COVID-19 o Campus da Fiocruz ficou com restrições ao acesso durante o período de elaboração da dissertação. Sendo assim, a pesquisa foi redirecionada para uma visão mais teórica. Nesse sentido as investigações que seriam feitas no campus Fiocruz em Manguinhos no Rio de Janeiro, foram abortadas devido a paralização de parte das atividades presenciais. Entretanto, existem muitos registros de ações de conservação preventiva compreendidas entre serviços de manutenção, projetos e obras que serão estudados e comentados no presente trabalho. Outro fato, é que por iniciativa própria do autor do presente trabalho, foram adquiridos alguns equipamentos de monitoramento de baixo custo que permitiram compensar a falta de algumas pesquisas de campo que seriam feitas. As necessidades de monitoramento percebidas pelas ações de conservação serão geradoras de requisitos que ajudarão na especificação de equipamentos para monitoramento em edificações históricas.

As edificações históricas do Campus Manguinhos vêm sendo preservadas ao longo dos anos por especialistas. São edificações que já passaram por restaurações e diariamente são monitoradas por uma equipe composta de arquitetos, técnicos de edificação, restauradores e engenheiros que trabalham auxiliados por vários profissionais e empresas terceirizadas na execução dos serviços e projetos demandados. Nesse ambiente se observa a necessidade de aprimorar os trabalhos relativos ao monitoramento, inserindo assim mais técnicas e ferramentas que venham a contribuir para a realização de diagnósticos e proposição de soluções. Nesse sentido as edificações históricas do Campus Manguinhos são ambientes onde o presente trabalho encontra campo para desenvolvimento.

A Fiocruz teve origem no início do século 20 como Instituto Soroterápico Federal, ocupando o terreno da antiga Fazenda de Manguinhos, no Rio de Janeiro. A partir de sua criação em 1985, a Casa de Oswaldo Cruz (COC) – unidade técnico-científica da Fiocruz - se caracterizou por gerar conhecimento por meio de pesquisas no campo da história das ciências e da saúde e por ser responsável pela preservação, valorização e divulgação do patrimônio arquitetônico, urbanístico e arqueológico, arquivístico, bibliográfico e museológico constituído historicamente pela Fiocruz (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. CASA DE OSWALDO CRUZ., 2013). Nesse sentido vêm sendo elaboradas políticas de preservação e valorização para os acervos institucionais, incluindo o patrimônio edificado de interesse histórico.

O Departamento de Patrimônio Histórico - DPH/ COC, cuja função entre outras é a conservação, restauração, manutenção e valorização dos bens sob responsabilidade da unidade, mantém o núcleo histórico da Fiocruz através de ações sistêmicas e planejadas, coordenadas pelo Serviço de Conservação e Restauração. Contribuindo para as ações de conservação preventiva o DPH possui uma área de pesquisa (Nucleus – Núcleo de Estudos de Urbanismo e Arquitetura em Saúde) e outra de educação patrimonial (SEP – Serviço de Educação Patrimonial). Essas duas áreas atuam de forma integrada com o Serviço de Conservação e Restauração proporcionando melhorias em várias linhas de ação, tais como, divulgação interna e externa das ações de conservação e restauração, campanhas de conscientização do público em relação ao seu papel nas ações de conservação, geração de pesquisas que venham a subsidiar as ações de conservação e contribuir para a valorização do patrimônio histórico edificado, bem como participação em eventos científicos.

A Fiocruz possui um documento que norteia toda a política de preservação de seus acervos científicos e culturais (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2020). No contexto desse documento fica definido que a COC deve ser responsável pelo acervo arquitetônico, urbanístico e arqueológico. Nesse sentido, através da sua Política de Preservação e Gestão de Acervos Culturais das Ciências e da Saúde, a COC define os princípios norteadores das ações de preservação do patrimônio arquitetônico da Fiocruz. Dentre eles está a conservação preventiva, entendida como:

O conjunto de medidas e ações definidas de forma multidisciplinar, com o objetivo de evitar e minimizar a deterioração e a perda de valor dos bens culturais. Essas medidas são prioritariamente indiretas, não interferindo no material nem na estrutura dos objetos. Engloba ações de pesquisa,

documentação, inspeção, monitoramento, gerenciamento ambiental, armazenamento, conservação e planos de contingência. (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. CASA DE OSWALDO CRUZ, 2013: 8).

Em relação ao conceito de “gestão” a política define como o conjunto de tarefas que procuram garantir a eficiência nos processos de trabalho e a alocação eficaz de todos os recursos disponibilizados pela organização, a fim de que sejam atingidos os objetivos pré-determinados para a preservação dos acervos (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. CASA DE OSWALDO CRUZ, 2013: 7).

O documento base da Política de Preservação enfatiza ainda que as ações de preservação deverão ser monitoradas e documentadas para avaliar a efetividade, eficiência e eficácia das soluções adotadas e fornecer subsídios para o planejamento das ações futuras bem como para a comunicação, divulgação, pesquisa e educação.

Segundo Tinoco (2013) é bastante evidente a importância do diagnóstico para a consequente determinação da intervenção adequada em edifícios históricos. Neste contexto, esta dissertação pretende refletir sobre a importância do monitoramento de edificações históricas como estratégia para levantamento de dados que contribuam para a assertividade de ações de conservação preventiva. Parte-se da premissa que o monitoramento com resultados consolidados pode contribuir para o processo decisório nas ações atinentes a gestão da conservação e mais especificamente nas ações de conservação preventiva no Brasil.

Com base nos processos e conhecimentos relativos à conservação preventiva já gerados pelo DPH/COC, foi realizada uma pesquisa de caráter bibliográfico que contemplou referências sobre a gestão da conservação do patrimônio cultural, conservação preventiva e conservação-restauração. Além disso, foram analisadas ainda referências sobre a história das edificações do Núcleo Histórico Manguinhos (NAHM), e das ações para sua preservação.

Foram considerados no presente trabalho o resultado de pesquisas desenvolvidas em centros de pesquisa e organizações consideradas referência no campo da conservação e restauração, tais como o Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada (CECI)¹ e o

¹ Instituição jurídica sem fins lucrativos voltada para o mercado técnico e acadêmico no Brasil e internacionalmente. O foco está em desenvolver a consciência, o conhecimento e a prática da conservação integrada do patrimônio cultural e ambiental nas cidades e com o viés de sustentabilidade.

Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS)².

Além desses centros de referência, também foram feitas pesquisas em portais como o Google Acadêmico, Portal CAPES, Web of Science e SCOPUS. O método utilizado para a pesquisa foi procurar pelas palavras-chave “monitoramento” e “conservação preventiva”. De uma forma geral foi possível observar que os resultados da pesquisa não são muito abrangentes quando se busca por monitoramento apenas. Nesse caso, encontra-se alguns trabalhos que comentam sobre o tema monitoramento como algo que se pretende fazer dentro de uma visão de ações de conservação preventiva, ou então que revelam intenções de que o monitoramento seja algo posterior às ações de restauração.

Observou-se que o monitoramento de edificações históricas de forma contínua, ou seja, fazendo parte das ações de conservação preventiva, e com equipamentos e técnicas modernas parece ser algo ainda em crescimento no Brasil. Verificou-se que existe um certo movimento de pesquisadores no campo da modelagem 3D através de equipamentos de captação de imagem e escaneamento via laser. Também foram encontrados trabalhos relatando o monitoramento via Data Loggers com rastreamento principalmente das variáveis de temperatura e umidade relativa do ar.

Quando se pesquisa pela palavra-chave "conservação preventiva" se encontram muitos trabalhos, entretanto o monitoramento com equipamentos tecnológicos não é muito encontrado como ações da conservação preventiva. Fala-se mais em monitoramentos visuais e em forma de anotações organizadas, como nos casos de mapeamento de danos e conservação programada. Encontra-se também alguns laboratórios em universidades que tem foco em pesquisa envolvendo caracterização.

É interessante observar que Marques; Mendes e Maimone (2019) publicaram um trabalho no evento conhecido como II Congresso Nacional para Salvaguarda do Patrimônio Cultural. Na apresentação do congresso comenta-se que uma das intenções do evento foi refletir sobre algumas problemáticas contemporâneas que envolvem a preservação, salvaguarda, conservação, restauração e reabilitação do patrimônio cultural. Dado o contexto tão imerso no tema da preservação, poder-se-ia esperar encontrar alguns trabalhos ligados ao tema

² Associação civil não governamental, ligada a ONU, através da Unesco e com sede em Paris. Sua missão consiste em promover a conservação, proteção, utilização e valorização de monumentos, complexos de edifícios e sítios.

monitoramento. Entretanto nos anais desse evento apenas um trabalho abordou sobre este tema. Nesse sentido é possível estabelecer algum nível de indicativo de que o monitoramento de edificações históricas se utilizando de tecnologias contemporâneas é um tema que ainda carece de pesquisas e desenvolvimento no Brasil.

Uma fonte importante de bibliografia para o desenvolvimento do presente trabalho foi o curso internacional intitulado Ciência Para as Artes, e organizado pela Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz e a Plataforma Portuguesa da Infraestrutura Europeia em Ciências do Patrimônio (ERIHS.pt). O curso foi ministrado no Campus Manguinhos da Fiocruz, na cidade do Rio de Janeiro, em 2019, por pesquisadores do Laboratório Hercules ³da Universidade de Évora em Portugal. O tema foi a ciência aplicada na análise e diagnósticos de materiais. O conteúdo da oficina foi dividido em duas partes, sendo a primeira parte somente teórica e a segunda parte prática, com a utilização de diversos equipamentos. Foi possível conhecer várias ferramentas e equipamentos que podem ser utilizados em atividades de monitoramento em edifícios históricos.

Alinhado com a conservação preventiva, a gestão de riscos tem muita relevância na geração de estratégias a serem traçadas quando se fala em preservar o patrimônio cultural, seja a nível nacional ou mundial. A gestão de riscos é um filtro que pode permitir uma visão realista e balizadora para as ações e usos que são adotados nas edificações históricas. No mundo contemporâneo o crescente desenvolvimento tecnológico da sociedade tende a envolver o patrimônio histórico em situações que podem lhe causar sérios danos físicos e de perda de valor, se a devida análise sobre os riscos envolvidos não for devidamente aplicada. Segundo Coelho (2014) existe contemporaneamente um aumento da vulnerabilidade de sítios históricos perante variáveis que surgem naturalmente ou causadas pelo homem, como fatores climáticos. Nesse sentido, a Casa de Oswaldo Cruz tem em curso um Grupo de Trabalho de gestão de riscos e conservação preventiva, de caráter multidisciplinar cujo objetivo é discutir e programar ações tanto de conservação preventiva como de gestão de riscos. Essas ações são orientadas pelo Programa de Conservação e Restauração, alinhado à Política de Preservação e Gestão de

³ Criado em 2009 e pertencente a (ERIHS.pt), o Laboratório Hercules se constitui como um centro de investigação da Universidade de Évora focado no estudo da valorização do Patrimônio Cultural no sentido da multidisciplinaridade. Para isso a gestão do laboratório faz a integração de metodologias e ferramentas das ciências físicas e materiais construtivos. Esse laboratório fornece grandes referências sobre equipamentos que podem ser utilizados na conservação preventiva e no monitoramento.

Acervos Culturais da Ciências de da Saúde (FIOCRUZ/COC, 2013). Esse trabalho tem contribuído para a maturidade da conservação preventiva e gestão de riscos na instituição.

O primeiro capítulo do presente trabalho aborda o tema da conservação preventiva como uma estratégia de ação na preservação do patrimônio histórico edificado. Serão abordados aspectos relevantes sobre o caminho da preservação no Brasil ao longo de sua história, bem como sobre a teoria da preservação e conservação preventiva, e sobre o monitoramento no âmbito das edificações históricas. O capítulo também analisa a importância que a COC / Fiocruz, atribui às ações de conservação, mostrando que existe uma estratégia de apoio a este tema, viabilizando pesquisas, trabalhos e responsabilidades.

Abordando assuntos sobre o monitoramento de edifícios históricos através de exemplos e aplicações, o segundo capítulo traz uma visão das tecnologias de monitoramento que são utilizadas no contexto brasileiro e internacional. A ideia central desta parte do trabalho é entender o que vem sendo feito no Brasil e no mundo em termos de monitoramento. Com base nisso pretende-se criar um conjunto de conhecimentos que proporcionem em outra etapa do presente trabalho, contribuir com sugestões e inovações que possam agregar valor ao monitoramento de edificações históricas no Brasil.

A partir da análise das informações apresentadas, no terceiro capítulo são indicadas ferramentas e técnicas de monitoramento que possam ser realistas no contexto brasileiro, organizados de acordo com os agentes de deterioração que se pretende monitorar. Junto com o desenvolvimento deste capítulo foi elaborada uma compilação contendo as principais especificações de cada equipamento de monitoramento sugerido, apresentada no Apêndice 1.

Com base em tudo que foi abordado nos capítulos um, dois e três, são indicados no capítulo quatro diretrizes de monitoramento que possam ser úteis para a conservação preventiva de edificações históricas localizadas no Campus Manguinhos Fiocruz no Rio de Janeiro.

2. Capítulo 1 – Conservação Preventiva Como Estratégia de Ação

O foco do presente trabalho é a conservação preventiva de edificações históricas no contexto brasileiro. Essa abordagem tem proporcionado grandes avanços quando se fala em conservação do patrimônio cultural. É um tema que vem ganhando força nas últimas décadas tanto no Brasil como em outros países. Aliado a isso o monitoramento de edifícios históricos é um processo que pode conceder a conservação preventiva informações para que tudo seja melhor e mais eficaz nas ações de conservação. Sendo assim, é absolutamente necessário que se entenda o que vem a ser conservação preventiva e qual objetivo se quer atingir com a aplicação dessa abordagem de se cuidar ou de manter viva uma edificação histórica. Para Guichen (2013) o substancial valor da conservação preventiva contempla a melhoria significativa do estado de conservação da propriedade cultural, com base em um método de trabalho que proporcione detectar e controlar o processo de deterioração. Nesse sentido pode-se pensar a conservação preventiva como um grande guarda-chuva que abarca muitos procedimentos, ferramentas, técnicas, equipamentos, educação patrimonial etc. e o monitoramento.

É interessante observar que contemporaneamente existem métodos que podem auxiliar a conservação preventiva no que se refere a obtenção de dados digitais, a respeito dos quais está em pleno curso uma verdadeira revolução. Atualmente quase tudo que é feito no trabalho, de alguma forma se transforma em números dentro de um computador, e se o método certo for utilizado para trabalhar com essas informações, resultados eficazes poderão ser obtidos. A ciência de dados, ou Data Analytics, é algo que pode ser incorporado à essa abordagem, bem como a inteligência artificial na manipulação dos números digitais obtidos. Para Prieto et al. (2019), que apresentam um estudo prático sobre a inteligência artificial aplicada a conservação preventiva de edificações patrimoniais, essa ferramenta pode auxiliar na tomada de decisões com base em critérios científicos.

Tinoco (2013) fala da carência de mais estudos sobre planos de conservação preventiva no Brasil e apresenta um Plano de Gestão da Conservação. Informa que esse plano é um conjunto de documentos técnicos cuja função é, de forma integrada, colocar em uma agenda a realização de ações de conservação necessárias. Essas ações não se limitam a obras somente, mas vão além, entrando em questões como monitoramento do uso e do desgaste do bem patrimonial onde comenta que um Plano de Gestão da Conservação deve focar no pós serviço e obras. Nesse sentido o monitoramento de edificações históricas pode ser uma grande ferramenta para as ações de conservação. Em seu trabalho o autor apresenta a aplicação do

Plano de gestão da conservação na Basílica de Nossa Senhora da Penha, situada no Nordeste do Brasil. A conclusão foi que esse plano mostrou boa tendência em eliminar grandes intervenções de restauro no futuro. Tinoco e Oliveira (2018) comentam sobre o monitoramento e controle do estado da conservação via inspeções periódicas e ações de manutenção preventiva. No decorrer da discussão fala-se em fichas para registrar o monitoramento via inspeções. Embora esse artigo entre no assunto monitoramento como um dos focos importantes, não se vê a alusão ao monitoramento via equipamentos tecnológicos e contemporâneos.

Carvalho (2014) em artigo que fala sobre a conservação preventiva de edifícios e sítios históricos, comenta sobre a necessidade de mais estudos no campo da conservação preventiva, informando a necessidade de planejamento na área de monitoramento e o conhecimento de novas tecnologias para a intervenção conservativa.

2.1. Teoria da Preservação e a Conservação Preventiva

A temática da preservação de bens culturais vem sendo ampliada lentamente ao longo dos anos. Embora o termo “conservação preventiva” seja recente, existem bases sólidas nas quais é possível se referenciar quando se estuda a conservação preventiva na contemporaneidade. Ruskin (1849) em sua obra intitulada *A Lâmpada da Memória*, se mostra como alguém muito preocupado com a responsabilidade que cada um deveria ter com a preservação e a vê como preciosa. Ele apresenta este tema da arquitetura como algo de muito valor e que deve ser encarado como uma herança das épocas passadas. Para ele, preservar é também lembrar aquilo que foi um dia vivido por pessoas em dada edificação. Nesse sentido a arquitetura traz a lembrança daquilo que já se viveu. Indubitavelmente é assim possível em nossos dias ter uma percepção bastante nostálgica e ao mesmo tempo realista de que temos em mãos uma valiosa missão que é a oportunidade de preservar e de conservar o nosso patrimônio histórico.

É bastante interessante observar e destacar a grande relevância de cuidar de um edifício de valor cultural para que sejam evitadas restaurações desnecessárias. Segundo Ruskin (1849) devemos cuidar muito bem de nossos monumentos para não precisar que os restauremos. Sem o devido cuidado a edificação poderá perder suas características originais que jamais poderão ser restauradas, pois além da perda de matéria acontece a perda da memória que seria vista no material envelhecido e devidamente cuidado pelas gerações que vão vivendo ao longo da vida do edifício. Nesse sentido, restaurações oriundas de falta de cuidado podem até ser consideradas

destruição. Assim o monitoramento dentro da conservação preventiva pode ser uma ferramenta muito valiosa para a preservação de bens edificados de valor cultural.

É relevante rever a obra de Camillo Boito que foi um dos grandes destaques na área de restauração no século XIX. Ele trabalhou como arquiteto restaurador e preconizou conceitos que até hoje influenciam as discussões sobre preservação. Beatriz Kühl (2002) ao analisar o contexto que levou às formulações de Camillo Boito, aborda temas como reversibilidade, a importância da documentação, metodologia científica e mínima intervenção:

No entanto, várias noções ligadas ao restauro, floresceram sobretudo a partir do Renascimento, amadureceram gradualmente no período que se estende dos séculos XV ao XVIII, e foram conjugadas no estabelecimento das teorias de restauração: o respeito pela matéria original, a ideia de reversibilidade e distinguibilidade, a importância da documentação e de uma metodologia científica, o interesse por aspectos conservativos e de mínima intervenção, a noção de ruptura entre passado e presente. A partir da segunda metade do século XVIII, a restauração passou a se afastar cada vez mais das ações ditadas por razões pragmáticas e assumiu aos poucos uma conotação fundamentalmente cultural, baseada em análises sistemáticas, com maior rigor e método nos procedimentos, e com o julgamento alicerçado no conhecimento histórico e em análises formais (KÜHL 2002: 15,16).

Continuando esse caminho da preocupação com a conservação preventiva para o patrimônio cultural podemos nos referenciar em Brandi (1963) quando em sua obra *Teoria da Restauração*, insere o tema restauração preventiva. O que se preconizava era encontrar um caminho que permitisse a conservação de uma obra de arte, salvaguardando sua originalidade. Pura e simplesmente conservar a obra para evitar que essa se transformasse em ruína. Trazendo para os dias de hoje, podemos identificar que a intenção da conservação preventiva é evitar restaurações desnecessárias. Um ato de restauro pode significar que determinado bem não foi devidamente conservado. Entretanto outros fatos podem levar a restauração, tais como, destruição por efeitos climáticos, guerras, vandalismo etc., mas mesmo nesses casos os conceitos de conservação preventiva podem ser aplicados. Isso, pois quando se vê uma obra destruída, esse é um novo marco na história e a partir desse status a conservação considerará a nova história que começa a ser contada. O pesquisador Giovanni Carbonara faz um comentário enriquecedor a respeito da obra de Brandi que deixa bem claro como ele via a questão da conservação e da restauração no sentido de uma referência e visão geral para a arquitetura no que se refere ao restauro. Carbonara (2006) comenta de certa forma que a afirmação de Brandi pode ser um tipo de alerta para a motivação de uma restauração, ou seja, o que leva a restauração

são motivações como as econômicas, reutilização, atendimento a normas de segurança etc. – ou de fato o que leva a restauração são derivações ou consequências oriundas do próprio bem ou obra de arte?

Disso advém um primeiro corolário: "qualquer comportamento em relação à obra de arte, nisso compreendendo a intervenção de restauro, depende de que ocorra o reconhecimento ou não da obra de arte como obra de arte" (Brandi, 2004: 28). A própria restauração terá, pois, o seu conceito articulado "não com base nos procedimentos práticos que caracterizam a restauração de fato, mas com base no conceito da obra de arte de que recebe a qualificação [...] pelo fato de a obra de arte condicionar a restauração e não o contrário" (Brandi, 2004: 29). (CARBONARA, 2006: 2).

Segundo Guichen (2013) a conservação preventiva vem sendo aplicada a bens culturais por décadas. Entretanto, contemporaneamente o tema conservação vem ganhando força como ferramenta de gestão e argumento teórico nos modelos de conservação do patrimônio cultural.

Devido às sazonais crises econômicas que aparecem no mundo, é fator de incentivo a realidade de que a conservação preventiva reduz custos a longo prazo na manutenção de edificações. Isso não significa que não sejam necessários consideráveis investimentos, mas o resultado é menos custoso do que as restaurações desnecessárias que podem ocorrer devido a não prevenção na conservação. O que se concretiza são intervenções periódicas de baixo custo:

Em termos econômicos o investimento em ações periódicas de baixo impacto reduz a necessidade de intervenções de grande porte invasivas e de alto custo. Apesar de a conservação preventiva necessitar da disponibilidade constante de recursos financeiros para manutenção das atividades periódicas, a soma dos custos ao longo do tempo é consideravelmente menor do que o necessário para realização de obras de restauração, [...] (COELHO, 2018: 166).

Segundo Guichen (1999), fato interessante é observar que o surgimento do que vem a ser patrimônio cultural acontece ao longo da história à medida que alguém ou algum grupo de pessoas reivindicam e reconhecem esse patrimônio. O autor considera que o patrimônio deve ser visto como um todo, como um conjunto, uma unidade. Nesse sentido cabe pensar a conservação preventiva de modo diferente “[...] o ‘objeto’ de ontem, torna-se a ‘coleção’ de hoje; o ‘cômodo’ de ontem, torna-se o ‘edifício’ de hoje; [...] o ‘segredo de ontem, torna-se a ‘comunicação’ de hoje; o ‘como?’ de ontem é o ‘porque?’ de hoje.” Embora exista um foco grande desse texto de Guichen, em museus, é perfeitamente aplicável a conservação preventiva de edifícios históricos dado que ao longo dos anos as edificações vão passando por novos usuários com motivações diferentes.

O que ontem foi uma edificação dedicada a ciência com cômodos projetados para o uso de laboratórios, hoje pode ser uma edificação histórica mantida viva de forma integral com auxílio da conservação preventiva. Esse fato se torna verdade quando vemos espalhados pelo mundo muitas edificações centenárias vistas como ícones para as sociedades dos países aos quais pertencem. É o caso do Pavilhão Mourisco conhecido também como Castelo, que é um dos ícones da Fiocruz. No início dos anos 900 o uso era dedicado ao ensino e a pesquisa para a saúde pública do Brasil. No presente a mesma edificação abriga escritórios e áreas de museu que continuam servindo a gestão da saúde dos brasileiros.

Quando pensamos em manter viva uma obra de arte, uma edificação histórica, é necessário que se atribua um *uso* a essa edificação. Deixar de definir como um edifício será utilizado poderá causar um tempo de abandono, e nesse ínterim pode-se chegar a ponto de que o bem venha a se tornar uma ruína. Assim sendo alguém precisa utilizar o edifício para que ele não seja abandonado, podendo assim entrar em um processo de deterioração. A Carta de Veneza de 1964, que aborda o tema da conservação e restauração de monumentos e sítios, em seu Artigo quinto faz alusão ao *uso* como algo desejável. Segundo Kühl (2010) o uso, como afirma a Carta, mesmo que não seja o objetivo de uma intervenção, pode favorecer a preservação da obra ou monumento.

Manter a existência de atividades cotidianas em uma edificação histórica passa a ser um meio para a preservação. Colocar ciência na definição do uso de uma edificação histórica é algo de igual maneira, fundamental. Entretanto o tipo de atividade humana que acontecerá em uma edificação histórica, muito provavelmente, irá mudar ao longo dos anos. Nesse sentido é possível que se tenham várias questões relevantes e que requererá muita estratégia e ciência para que danos não sejam causados ao edifício. Por exemplo, se uma edificação centenária foi projetada para funcionar como ambiente de laboratórios de análises clínicas e no futuro surge a necessidade de se mudar a configuração para receber escritórios com tecnologias contemporâneas e conforto, precisaremos entender que muitas coisas mudarão e provavelmente a edificação poderá sofrer algum tipo de dano. Essas mudanças podem vir de requisitos como: iluminação; conforto térmico para os usuários; mudança de layout; instalações elétricas modernizadas, sistemas de telefonia e rede de dados para computadores; enfim, muitas mudanças precisarão ser feitas. Nesse contexto podemos formular uma pergunta básica – essa edificação histórica poderá receber um novo uso sem comprometimento de suas características principais? Essa pergunta precisa de uma resposta em longo prazo. Seria preciso muito estudo

e projeto, com base em conceitos já preconizados mundialmente no que se refere ao uso de edificações históricas.

Algo que apoia esse pensamento são algumas definições encontradas na Carta Europeia do Patrimônio Arquitetônico, também conhecida como a Declaração de Amsterdam de 1975. Em seu Artigo sexto afirma que o patrimônio histórico está em perigo devido ao uso equivocado muitas vezes causado por pressões econômicas que acabam prevalecendo sobre as questões técnicas. Fala-se que a inserção da tecnologia contemporânea mal aplicada deteriora estruturas antigas como as de edificações centenárias que não foram projetadas para isto. (CONSELHO DA EUROPA, 1975). O fato é que o novo uso não pode ser um fator de degradação para o edifício histórico. Ao mesmo tempo, sem definição de quem serão os novos usuários, a edificação pode morrer, pois poderá não ter quem dê valor a ela. Com esse cenário é absolutamente relevante pensar no uso das novas tecnologias que podem prover instalações que atendam os conceitos da reversibilidade e da mínima intervenção. No campo da conservação preventiva, o monitoramento com equipamentos que requeiram o mínimo de intervenção em sua instalação é algo real e de possível implementação.

No contexto da conservação e uso de uma edificação histórica, além dessas duas variáveis, é preciso observar e entender que há o fator ou variável conhecida como atribuição de valor. Caso as ações de conservação preventiva não sejam devidamente implementadas no dia a dia de uma edificação de valor cultural, certamente muitos danos físicos irão ocorrer. Considerando que a materialidade dos bens contribui para o valor que os diferentes atores atribuem a ele, o monitoramento pode contribuir para que as ações de preservação sejam mais eficazes, evitando assim danos e restaurações desnecessárias.

Uma edificação centenária só tem de fato visibilidade, pois existe um grupo de pessoas que a ela dão valor, e isso pode ser em contexto nacional e mundial. Sem a atribuição de valor por alguém o patrimônio histórico não faz sentido. A Carta de Burra de 1979 fala em seu segundo artigo que a conservação de um bem, que pode ser um edifício histórico, consiste em preservar a significação cultural do bem. Informa também que a conservação deve olhar para a futura destinação que se dará a uma edificação (ICOMOS AUSTRALIA, 1979). Nesse sentido pode ser percebido que tanto as gerações passadas quanto as contemporâneas têm importância quando se fala em preservação. Na realidade a preservação sempre será para alguém. Podem ser os usuários da edificação ou as pessoas que veem a edificação como um bem ao qual atribuem valor.

Um grande exemplo que tivemos no Brasil foi o acontecido no dia dois de setembro de 2018. Nesse triste dia o Museu Nacional, situado na cidade do Rio de Janeiro, foi atingido por um incêndio de grandes proporções, que destruiu grande parte do acervo histórico e científico ali existente. Fazendo-se uma breve pesquisa na internet é possível conhecer reportagens e trabalhos acadêmicos sobre as perdas e lições aprendidas que esse incêndio deixou para a sociedade brasileira e para o mundo. Outro exemplo foi o incêndio na Catedral de Notre-Dame em Paris que ocorreu no dia quinze de abril de 2019. Foi impactante a comoção mundial por esse acontecimento. Em poucos dias grandes quantidades de recursos foram doadas para fazer a restauração da Catedral. Nesses dois casos fica claro o valor cultural das edificações dado que muitas pessoas e instituições se comoveram e a ajuda para recuperações logo apareceu. Entretanto pode-se refletir no porquê destes incêndios. Será que as ações de conservação preventiva estavam sendo feitas com eficácia? Será que havia sistemas de monitoramento capazes de mitigar riscos de degradação aos bens? É nesse sentido também que o presente trabalho procura contribuir para a conservação preventiva no contexto brasileiro.

Outro aspecto que tem forte impacto sobre uma edificação histórica é a passagem do tempo. Com o tempo um edifício vai envelhecendo e se deteriorando, o que pode ser causado por variáveis tais como o clima, vibrações do terreno, reações químicas naturais dos materiais de construção, métodos construtivos, uso incorreto de materiais de limpeza, dentre outras. Nesse sentido, para que se tenha controle sobre o envelhecimento da edificação, uma das coisas que precisa ser feita é conhecer cientificamente estas variáveis e saber mensurá-las. O primeiro passo a ser dado é a criação de um plano de conservação preventiva. Essa ação é o planejamento detalhado de tudo que precisará ser feito para que a conservação de uma edificação seja consolidada. De acordo com Coelho (2017) esse tipo de plano deve conter informações detalhadas sobre o bem incluindo caracterização, diagnóstico, avaliação de riscos e procedimentos a serem seguidos para garantir sua conservação. Isso representa uma visão estratégica criteriosa, um plano de gestão, que dará direção a todas as atividades de trabalho que precisarão ser feitas no dia a dia da conservação de uma edificação.

Um conceito importante de ser analisado também é o da conservação integrada, sistematizado a partir da Declaração de Amsterdã, que tem como um de seus pilares a sustentabilidade. Isso se reflete no sentido de que a conservação deve levar em conta não só os aspectos diretamente ligados às ações técnicas, mas também incluir no guarda-chuva da

conservação outras variáveis. Zancheti (2002) apresenta uma definição e contextualização sobre conservação integrada.

[...] o patrimônio arquitetural consiste "não apenas de nossos monumentos mais importantes: ele inclui os grupos de edificações menos importantes em nossas cidades antigas e vilarejos característicos em seus estados naturais ou modificados pelo homem" (#1). Tal herança é considerada em perigo, e a conservação integrada afastaria esses perigos": *A conservação integrada é alcançada pela aplicação de técnicas de restauração sensíveis e pela escolha correta das funções apropriadas* (Zancheti, 2002: 15).

Segundo Zancheti (2003) a conservação integrada vem sendo definida ao longo dos anos e ainda existem discussões acerca de uma definição exata, contudo alguns princípios fazem parte do conceito e resumidamente pode-se dizer que o planejamento e a gestão de áreas urbanas de valor patrimonial devem integrar visões econômicas, políticas, culturais, ambientais e físico-espaciais; a conservação integrada deve ser o foco na estratégia de planejamento e gestão de áreas de valor cultural, privilegiando a conservação do patrimônio e não o processo de transformação urbana; manter a integridade e autenticidade do patrimônio cultural é o caminho para a transformação urbana e a conservação integrada deve ser feita visando a sustentabilidade e agregando valor ao desenvolvimento econômico, político, cultural, ambiental e físico social, através da conservação do patrimônio cultural.

A conservação integrada é um conceito que não deve ser deixado de lado quando se fala em conservação preventiva. O desenvolvimento acelerado das cidades tende a colocar o patrimônio cultural em risco, pois tudo muda muito rápido. Coisas novas, necessidades e usos novos surgem todos os anos e a tendência é deixar o valor de certos bens para trás. A conservação integrada interliga as variáveis sociais, técnicas e econômicas de forma que proporciona uma visão sustentável para o bem cultural. Nesse sentido é possível pensar que passa a existir uma diminuição das possibilidades de perda de valor sobre o patrimônio.

Com base nas referências analisadas até este ponto do presente trabalho, é viável perceber que dar uso e conhecer as variáveis que causam danos ou deterioração ao edifício são dois dos principais requisitos que podem ser a base para entender como preservar uma edificação histórica. Com o controle dos dois requisitos antes citados pode-se entrar no caminho da conservação preventiva que basicamente significa antever problemas e danos. Não se pode deixar que os problemas aconteçam e que os danos sejam vistos para que atitudes sejam tomadas. Segundo Carvalho (2014) a definição do termo conservação preventiva que foi aceita,

teve sua aprovação na XV Conferência Trienal do Internacional Council of Museums – Committe for Conservation (ICOM-CC) em 2008. O texto validado foi:

Conjunto de medidas e ações voltadas para evitar e minimizar a deterioração futura e a perda. São desenvolvidas no contexto ou no entorno de um objeto, ou mais frequentemente de um grupo de objetos, qual seja a sua idade e condição. Estas medidas são indiretas – não interferem no material nem na estrutura dos objetos. Não modificam a sua aparência. (Icom Comite For Conservation, 2008).

Para que uma edificação histórica mantenha suas características principais, é preciso que sejam evitadas ao máximo as restaurações. Restaurar não significa necessariamente preservar. Isso pode ser fundamentado com referência a obra de Camilo Boito, o qual faz alusões a métodos de trabalho que contemporaneamente são utilizados. Comenta-se que no Congresso dos Engenheiros e Arquitetos Italianos de 1883 em Roma, várias proposições para monumentos históricos foram afirmadas como se mostra a seguir:

“ênfase no valor documental dos monumentos, que deveriam ser preferencialmente consolidados a reparados e reparados a restaurados; evitar acréscimos e renovações, que, se fossem necessários, deveriam ter caráter diverso do original, mas não poderiam destoar do conjunto; os complementamentos de partes deterioradas ou faltantes deveriam, mesmo se seguissem a forma primitiva, ser de material diverso ou ter incisa a data de sua restauração ou, ainda, no caso das restaurações arqueológicas, ter formas simplificadas; as obras de consolidação deveriam limitar-se ao estritamente necessário, evitando-se a perda dos elementos característicos ou, mesmo, pitorescos; respeitar as várias fases do monumento, sendo a remoção de elementos somente admitida se tivessem qualidade artística manifestamente inferior à do edifício; registrar as obras, apontando-se a utilidade da fotografia para documentar a fase antes, durante e depois da intervenção, devendo o material ser acompanhado de descrições e justificativas e encaminhado ao Ministério da Educação; colocar uma lápide com inscrições para apontar a data e as obras de restauro realizadas.”(KÜHL 2002: 21).

Como pode ser observado nas proposições de Camilo Boito, a restauração precisa ser criteriosa e deve ser feita em último caso. Quando se decide pela restauração, em geral grandes danos já foram detectados, indicando que materiais e formas já foram perdidos. Assim a conservação preventiva é uma estratégia de ação que pode evitar restaurações desnecessárias. Obviamente que danos provenientes de fatos como guerras, vandalismo ou catástrofes climáticas ou até cósmicas⁴ podem danificar um edifício histórico levando assim a restaurações

⁴ Catástrofes cósmicas poderiam ser uma erupção solar ou o impacto de um asteroide na terra, dentre muitas outras. Nesses casos uma edificação de valor cultural poderia sofrer sérios danos.

inevitáveis. Junto com a conservação preventiva anda o conceito da mínima intervenção e métodos não invasivos.

Quando se fala em ações de conservação preventiva ou quando é necessário se fazer uma restauração, alguns procedimentos são básicos, tais como: o levantamento da história do bem em questão, a caracterização dos materiais e elementos existentes e identificação das alterações realizadas; o diagnóstico de conservação e a definição dos procedimentos a serem adotados. Para isso deve-se levar em consideração o conceito da reversibilidade, ou seja, a possibilidade de modificar um bem desde que seja possível desfazer a modificação e assim revelar o preexistente novamente e aplicar o conceito da mínima intervenção quando possível. Isso se caracteriza por fazer uma ação de conservação ou restauração com o mínimo possível de riscos de danos ao bem em questão. É importante também que se leve em consideração na conservação as relações de ruptura entre presente e passado. No caso de uma modificação inevitável, é necessário que fique bem evidente que a modificação é algo do presente no contexto do que ficou de original do passado. Não se deve reproduzir algo do passado usando-se de novos elementos. Nesse caso, frente a uma necessidade de modificação inevitável em um bem, é aconselhado que fique bem claro e marcada a intervenção como algo feito no presente. Não se deve tentar reproduzir o passado em uma intervenção.

Com base nas referências e considerações anteriormente apresentadas, é possível entender o valor que tem a conservação de um edifício histórico. Não é simplesmente conservar, mas sim valorizar a cultura, e manter viva a história contida em cada elemento construtivo de uma edificação histórica. E para que isso tudo aconteça de forma autêntica, a conservação preventiva é um dos meios científicos mais eficazes conhecidos atualmente. Existe muita ciência nos bastidores da conservação. Quando se vê a simples ação de um restaurador trabalhando, por vários dias na conservação de um único azulejo original, ali existe muito estudo, tecnologia, equipamentos, técnicas e ferramentas.

2.2.O Contexto Brasileiro

No elenco de diversas ações que tornaram importante o tema dos bens culturais no Brasil, formulando assim uma política pública, pode-se destacar o Decreto-lei número 25 de 30 de novembro de 1937. Esse decreto define orientações para a preservação de bens culturais no Brasil, entendido como:

Art. 1º Constitui o patrimônio histórico e artístico nacional o conjunto dos bens móveis e imóveis existentes no país e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico (BRASIL, 1937: 1).

Esse decreto continua balizando as ações do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN para bens culturais brasileiros. Nesse mesmo sentido de apoio legal as ações de preservação são relevantes citar a Constituição Federal brasileira de 1988, que em seu Art. 216, inc.1, informa o que cabe a cada um de nós brasileiros fazer:

§1º O Poder Público, com a colaboração da comunidade, promoverá e protegerá o patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação, e de outras formas de acautelamento e preservação (BRASIL, 1988: 216).

Com esse inciso da Constituição brasileira fica claro que cabe a cada um de nós cuidar e reivindicar aquilo que valoramos como patrimônio cultural. Continuando nesse pensar sobre a preservação do patrimônio cultural é importante falar no IPHAN que tem a missão de “promover e coordenar o processo de preservação do patrimônio cultural brasileiro para fortalecer identidades, garantir o direito à memória e contribuir para o desenvolvimento socioeconômico do país.” Esse instituto tem uma política direcionadora para o patrimônio cultural material que se trata da Portaria Nº 375, de 19 de setembro de 2018 - Política de Patrimônio Cultural Material. Dois artigos são importantes destacar:

Art. 52. São instrumentos de Conservação e Gestão do patrimônio cultural material:

- I. As Diretrizes de Conservação;
- II. Os Planos de Conservação; e
- III. Os Diagnósticos e projetos específicos.

Art. 53. O Iphan realizará ações e atividades de Conservação com as seguintes finalidades:

- I. Preservar os valores que determinaram a tutela do bem;
- II. Estimular a adoção sistemática de hábitos e práticas preventivas voltados à manutenção e a conservação do patrimônio cultural material;
- III. Otimizar os investimentos públicos, fomentando ações articuladas e colaborativas com entes públicos e privados; e
- IV. Instituir parâmetros, estratégias e procedimentos para avaliação e redução de riscos

Com essa portaria do IPHAN a conservação preventiva passa a ser um item importante no contexto da legislação brasileira. Caracteriza-se nesse momento um alinhamento do tema conservação preventiva com as leis federais vigentes no Brasil. Essa interação com a legislação fortalece a necessidade de pesquisa na área de conservação que é algo em crescimento atualmente.

A conservação preventiva precisa ser balizada em algum método para que as ações sejam consolidadas. Nesse sentido existem os manuais de conservação preventiva que são documentos orientadores e repositórios dos registros dos dados da conservação. No Brasil pode-se ver alguns exemplos destes manuais e assim referências são conhecidas do que já vem sendo feito para a preservação do patrimônio edificado.

Com apoio financeiro e sendo escolhida pela Getty Foundation, foi feita uma pesquisa que teve como campo de trabalho o Pavilhão Artur Neiva que é uma edificação pertencente à Fiocruz desde a sua construção em 1947. Tem o uso focado em ambientes para ensino e pesquisa na área de ciências da saúde. O tema da referida pesquisa foi a elaboração de estudos técnicos sobre a edificação com o objetivo de consolidar um plano de conservação preventiva. Nessa edificação existe uma rachadura sobre um painel de azulejos original, que precisa de monitoramento, e um dos objetivos desse plano de conservação preventiva dentro da pesquisa foi, que resultados podem ser tirados dessa patologia, e como agir na preservação (AGUIAR; CARCERERI, 2017).

A publicação, Metodologia e Tecnologia na área de manutenção e conservação de bens edificados – O caso do Núcleo Arquitetônico Histórico de Manguinhos Pinheiro et al. (2009), aborda as etapas existentes nos serviços de manutenção e conservação, além de descrever os materiais existentes nos edifícios históricos do NAHM. Constitui-se, portanto em um guia com orientação para realização de inspeções e ações preventivas para os materiais existentes nas edificações, o que ajuda a evitar restaurações desnecessárias e aponta locais de uma edificação que precisam de monitoramento.

Existe o trabalho intitulado Plano de conservação Preventiva do Museu Casa de Rui Barbosa, que aborda o desenvolvimento de um processo de documentação do edifício e dos acervos nele existentes. Esse plano tem o objetivo de proporcionar o monitoramento e controle para a preservação, gerenciamento e uso da edificação. Esse plano aborda desde a documentação que identifica a edificação e acervos e seus materiais, até ações estratégicas que

possam gerar efetivamente a preservação. Nesse contexto o plano de conservação informa as necessidades de monitoramento e, portanto, indica variáveis que precisam ser monitoradas. (CARVALHO, 2012).

O Iphan/Programa Monumenta, promoveram em 1999 a edição do Manual de Conservação Preventiva para Edificações, cuja autoria remete a Griselda Pinheiro Klupper e Mariely Cabral de Santana. Esse manual faz diversas referências a agentes de deterioração, tais como, de natureza climática, biológicos, fogo etc. Nesse sentido é possível também verificar a necessidade de ter documentação e processos que possam mostrar as realidades que envolvem o contexto da edificação. Sendo assim, observa-se mais um exemplo da necessidade de aprimorar o monitoramento de edificações históricas.

Esses registros encontrados e manuais ou planos de conservação preventiva é que sempre serão a base ou o processo que irá conduzir o levantamento de necessidades de obtenção de dados que possam ser relevantes para a conservação preventiva.

O tema e ações de conservação preventiva no Brasil são conhecidos e encontram-se exemplos de atuação em instituições e universidades. Entretanto, esse assunto ainda está em crescimento e não está completamente fundamentado nas instituições. Implementar ações de conservação preventiva requer investimento em recursos materiais e profissionais e ter isso em uma instituição não é algo simples.

Em um artigo sobre a conservação preventiva de edifícios e sítios históricos, Carvalho (2014) comenta que foi criado um grupo de pesquisa no CNPq conhecido como Conservação Preventiva de Edifícios e Sítios Históricos. Um dos objetivos desse grupo é estabelecer bases teóricas e metodológicas que viabilizem, dentre outros processos, o planejamento para monitoramento via processo contínuo de documentação. No caso, a referência é a uma pesquisa que foi feita sobre o conjunto edifício-acervo do Museu Casa de Rui Barbosa. Observa-se que nesse artigo o tema monitoramento está ligado a metodologias que não contemplam equipamentos de tecnologia, mas sim a processos mais simples ligados a documentação baseada em inspeções visuais e ações de monitoramento sem o uso da tecnologia contemporânea. O Museu Casa de Rui Barbosa tem em seu site uma parte dedicada a divulgação do plano de conservação preventiva que lá foi feito.

O Grupo de Conservação e Restauro da Arquitetura e Sítios Históricos (GCOR) que pertence ao DAC/FEC-Unicamp (Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de

Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas) foi criado e certificado pelo CNPq em 2006. O foco desse grupo é a pesquisa acadêmica no campo da conservação e restauro e possui uma linha de pesquisa dedicada a conservação preventiva priorizando a reabilitação e conservação de edifícios históricos.

O Curso de Especialização em Conservação e Restauração de Monumentos e Sítios Históricos (CECRE), atualmente conhecido como Mestrado Profissional em Conservação e Restauração de Monumentos e Núcleos Históricos da Universidade Federal da Bahia (MP-CECRE), tem foco na pesquisa em conservação e restauração de monumentos e núcleos históricos.

O Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada (CECI) é uma instituição jurídica sem fins lucrativos voltada para o mercado técnico e acadêmico no Brasil e internacionalmente. O foco está em desenvolver a consciência, o conhecimento e a prática da conservação integrada do patrimônio cultural e ambiental nas cidades e com o viés de sustentabilidade. Possui uma linha de pesquisa em gestão e restauro onde são abordados temas como “Curso de Gestão e Prática de Obras de Conservação e Restauro do Patrimônio Cultural”.

Observa-se que em todos os centros de referência citados anteriormente, as linhas de pesquisa e a produção acadêmica observada em seus sites na internet revelam trabalhos na área de caracterização, obras, restauro e gestão. Entretanto, foram encontradas poucas pesquisas envolvendo o monitoramento com tecnologias contemporâneas. Assim é pode ser aceitável dizer que o presente trabalho pode ser uma boa contribuição para a conservação preventiva no contexto brasileiro.

2.3. Atuação do Departamento de Patrimônio Histórico da Casa de Oswaldo Cruz em ações de conservação preventiva.

A Casa de Oswaldo Cruz possui uma equipe de profissionais dedicados a realizar cotidianamente ações de conservação preventiva nas edificações de valor cultural que estão sob responsabilidade do DPH (Departamento de Patrimônio Histórico). Além disso a instituição também possui cursos de mestrado profissional e especialização que abordam o tema da conservação preventiva.

A Fiocruz em seu campus situado na cidade do Rio de Janeiro em Manguinhos, possui uma unidade conhecida como Casa de Oswaldo Cruz. Essa unidade tem como um dos objetivos a salvaguarda do patrimônio edificado da Fiocruz. Para tanto foi criado o DPH (Departamento de Patrimônio Histórico) que é constituído por uma equipe composta por arquitetos, restauradores, engenheiros, técnico em edificações. O DPH é responsável pelo planejamento e fiscalização de ações rotineiras de conservação e manutenção, realizadas por uma empresa contratada que fornece materiais e mão-de-obra para as ações necessárias. Nesse contexto o DPH vem ao longo dos anos realizando ações de conservação preventiva no conjunto de edificações históricas que estão sob sua responsabilidade.

As edificações sob responsabilidade do DPH são um conjunto edifícios ecléticos e modernistas. Alguns desses edifícios históricos são tombados em âmbito federal, estadual e municipal (Respectivamente pelo IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional; INEPAC – Instituto Estadual do Patrimônio Cultural e Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro). Fazem parte desse conjunto: Caminho Oswaldo Cruz, Pavilhão Mourisco e jardim, Pavilhão do Relógio (Pavilhão da peste), Cavalariça, Pavilhão Figueiredo de Vasconcelos (Quinino), Casa de Chá e Anexo, Praça Pasteur, Pombal, Casa Amarela, Pavilhão Rockefeller, Pavilhão Artur Neiva e jardim, Pavilhão Carlos Augusto da Silva, Portaria da Avenida Brasil e jardim e Hospital Evandro Chagas.

Como forte apoio as ações de conservação preventiva, o DPH tem a seu favor a política de preservação que a Casa de Oswaldo Cruz implementou em 2013. Dentro dessa política existem diretrizes específicas para a parte de monitoramento e controle. Tais diretrizes em seus pontos mais importantes, podem ser vistas como segue:

O monitoramento envolve a coleta sistemática de informações específicas ao longo do tempo e a análise dos dados obtidos para facilitar a identificação de problemas eventuais ou recorrentes e de áreas vulneráveis, fornecendo subsídios para as ações de gestão e conservação dos bens. Abrange tanto as questões ambientais como as avaliações específicas sobre o edifício e os objetos em exposição ou armazenados.

As estratégias de monitoramento e controle específicas para cada edifício, sítio arqueológico ou acervo móvel devem ser descritas no respectivo Plano de conservação preventiva. (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. CASA DE OSWALDO CRUZ, 2013).

Através de ações programadas os profissionais fazem vistorias cotidianas e monitoramentos que possam ser necessários.

Segundo Coelho (2015), foi formado um grupo de trabalho para estudos de conservação preventiva na COC. Esse grupo se dedica a elaborar diagnósticos que venham a ser relevantes para a salvaguarda das coleções ou acervos abrigados em edificações tombadas, bem como propor ações para mitigar os riscos identificados.

No âmbito das pesquisas que são feitas pelo DPH/COC em conformidade com as políticas de preservação de acervos arquitetônicos da Fiocruz - e alinhado às iniciativas de conservação preventiva já em curso, tem relevância a publicação intitulada *Arquitetura Moderna e sua Preservação: Estudos para o Plano de Conservação Preventiva do Pavilhão Artur Neiva* (AGUIAR; CARCERERI, 2017). Esse trabalho, é fruto de pesquisa financiada pela Getty Foundation, selecionada em 2015 pelo edital *Keeping it Modern*. O campo de trabalho foi o Pavilhão Artur Neiva, edificação moderna pertencente à Fiocruz e que desde a sua construção, em 1947, tem o uso voltado para ambientes de ensino e pesquisa na área de ciências da saúde. O foco da pesquisa foi a elaboração de estudos técnicos sobre a edificação com o objetivo de subsidiar o desenvolvimento de um plano de conservação preventiva.

Parte do trabalho de monitoramento e controle feito pelo DPH é simples e eficaz. A equipe do DPH é fixa e formada por arquitetos, restauradores, técnico de edificações e engenheiros eletricitas. Além disso existe uma empresa contratada continuamente para fornecer mão-de-obra e materiais de apoio para a conservação preventiva. O trabalho desses profissionais consiste no estabelecimento de rotinas periódicas de vistorias que são feitas por equipes responsáveis pela conservação. Esse trabalho tem o objetivo de identificar quaisquer danos que sejam causados tanto pelo uso natural e envelhecimento da edificação ou ação humana, como também por agentes de deterioração.

A medida em que ações de preservação ou intervenções são executadas, existe o acompanhamento pós-execução para garantir que bons e eficazes resultados estejam sendo alcançados e que os possíveis danos não voltem a acontecer. Assim podem surgir demandas para ações corretivas/curativas, preventivas e projetos. Podem existir também demandas advindas de mudanças ou adaptações de uso, chegando-se assim em necessidades de projetos.

De acordo com as necessidades e disponibilidades, parte dos projetos são feitos pelos próprios profissionais da equipe do DPH e em outros casos os projetos são contratados via

licitação pública. No caso das obras ou ações corretivas e preventivas, de acordo com as necessidades e tamanho da intervenção, pode haver licitações para contratação ou então a empresa de manutenção executa as ações.

No que se refere a fiscalização, tudo é feito pelos profissionais do DPH. É interessante observar que o monitoramento visual tem aspecto fundamental pois garante grande parte da conservação das edificações. Um aspecto importante é que se tenham equipes dedicadas para isso, o que de certa forma representa um custo elevado em termos de salários. Mas sem essas equipes especializadas parte do monitoramento fica comprometida pois não existem equipamentos que possam dar conta se substituir uma pessoa no tocante a um olhar crítico sobre aquilo que se vê fisicamente. A sensibilidade e a experiência de uma pessoa fazem toda a diferença na observação de um dano.

Com o passar dos anos a equipe vem se solidificando e com isso as necessidades e oportunidades de ampliação e aprimoramento dos trabalhos acontece. Nesse sentido, surgiu a ideia de se iniciar a implantação um Laboratório de Conservação Preventiva que tem como objetivo dar suporte às ações realizadas pelo DPH/COC. O momento atual nesse cenário da implantação do laboratório é bastante animador, pois além das aquisições de equipamentos que já foram feitas, aconteceu a liberação de recursos financeiros pelo Edital de apoio a grupos emergentes de pesquisa da FAPERJ, para compra de novos equipamentos. Vários equipamentos estão sendo adquiridos para as ações de monitoramento e conservação preventiva. Dentre as aquisições em andamento podemos citar: Estação meteorológica, câmera termográfica, minicâmeras para monitoramento em locais de difícil acesso, microscópio eletrônico portátil, boroscópio e um veículo de controle remoto com câmeras para monitoramento de locais de difícil acesso.

A ideia central do laboratório é aprimorar os processos de conservação preventiva e monitoramento, tendo como base a grande área de pesquisa que são as edificações e acervos da Fiocruz, juntando-se a isso a integração com as novas tecnologias e a associação com outras instituições que pesquisem sobre a preservação de bens culturais.

O DPH está chegando aos trinta anos de existência e nesse tempo vem evoluindo bastante e representa um ambiente de aprendizado e aplicação prática da conservação preventiva no Brasil. No tempo presente o departamento está começando a implementação do sistema BIM, através de uma consultoria e bolsistas contratados.

Em 2017 foi feita uma reportagem com funcionários do DPH sobre o uso de tecnologia nas ações de conservação onde comenta-se sobre a eficiência e a diminuição nos custos com o uso de drone. Abaixo tem um QR Code que dá acesso vídeo da reportagem.



Figura 1 – QR Code para acesso ao vídeo da reportagem sobre o uso de drone na conservação do Castelo Mourisco.

Fonte: TV Record - R7 notícias.

3. Capítulo 2 – Monitoramento de Edifícios Históricos: Exemplos e Aplicações

Nesse capítulo o objetivo é analisar o que vem sendo feito em relação ao tema do monitoramento de bens culturais edificados no Brasil e em outros países. Nesse sentido serão apresentados exemplos do uso de equipamentos, ferramentas e técnicas de monitoramento para edificações históricas. Também serão abordadas as ações de conservação preventiva realizadas pelo Departamento de Patrimônio Histórico da Casa de Oswaldo Cruz.

O monitoramento pode acontecer tanto de forma mais simples, tal como através da observação humana e anotação do que se observa em algum tipo de relatório, ou fichas relacionadas ao plano definido de conservação preventiva ou conservação programada. A observação por uma pessoa pode ser em muitas situações até superior ao uso de sensores ou equipamentos tecnológicos de monitoramento. Segundo González et al. (2020) as tecnologias modernas de internet das coisas podem trazer muitas vantagens para o que eles denominam de patrimônio cultural inteligente. Nesse contexto pode-se pensar que o uso da tecnologia contemporânea tem potencial para maximizar ou ampliar em muito as possibilidades de monitoramento em uma edificação histórica. O importante é entender em que situação se deve usar cada tipo de monitoramento, seja através da inspeção visual realizada por profissionais ou através de equipamentos de tecnologia. O que se almeja é que o resultado seja eficaz e o patrimônio seja conservado com o objetivo de se evitar restaurações desnecessárias e que as ações sejam guiadas pelos princípios da mínima intervenção e reversibilidade.

É de suma relevância a observação de que no contexto brasileiro ainda não se encontram muitos exemplos de trabalhos práticos de monitoramento em edificações históricas. Esse fato é um indicador de que se tem pela frente um vasto campo para a pesquisa e prática dessa área da conservação preventiva.

3.1. Monitoramento Para Edifícios Históricos

Como ferramenta para a conservação preventiva no sentido de se entender e controlar parte das variáveis que causam a deterioração do edifício histórico existe o conceito de monitoramento. Como já foi dito anteriormente, para entendermos e controlarmos as variáveis de mudanças precisamos conhecê-las e mensurá-las. Para LeBlanc (2006) não é possível controlar o que não se mede. Nesse sentido atualmente existem equipamentos que podem ser utilizados no monitoramento de tais variáveis para que se possam assim obter dados mensuráveis que venham a ser utilizados nas ações estratégicas de conservação preventiva. A

exemplo disso podemos citar equipamentos tais como: estações meteorológicas digitais que podem fornecer informações sobre os fatores climáticos em tempo real, sensores de umidade e temperatura associados a memórias digitais (Data Logger), câmera termográfica, drone, luxímetro, medidor de nível de poluentes na atmosfera, veículo de controle remoto com câmeras, dentre outros.

Monitorar significa acompanhar a mudança de estado que ocorre no ambiente ou no bem que se quer estudar e preservar. Para a efetividade do monitoramento é necessário que se conheçam alguns pré-requisitos, tais como: o ambiente envolvido, as variáveis que se quer medir, os equipamentos necessários e metodologias de como consolidar e interpretar os dados adquiridos. Nesse contexto podemos entender que precisamos de uma certa condição para que o monitoramento seja possível:

O monitoramento é "o ato de mensurar mudanças no estado, número ou presença de características de algo" (DEPARTAMENTO DE CONSERVAÇÃO, 1998: 4). Envolve a coleta repetida de um conjunto específico ou conjuntos de informações ao longo do tempo e a análise dos resultados para detectar as alterações que estão ocorrendo. A coleta dessas informações facilita a identificação de problemas recorrentes ou tecidos suscetíveis a danos. As áreas problemáticas, uma vez identificadas, podem ser monitoradas de forma mais intensiva e, se for o caso, as ações de gestão devem ser tomadas (WALTON, 2003: 6).

Leblank (2013) informa que anteriormente a decisão das atividades de monitoramento é necessário questionar sobre qual é o propósito do trabalho de monitoramento que se deseja fazer. Quanto mais valores que mostrem o que se deseja monitorar, forem entendidos, mais eficaz será o monitoramento, ou seja, melhores resultados serão obtidos. É necessário que se tome muito cuidado com relatórios de monitoramento baseado em informações não consolidadas e obtidos da forma correta. Nesse sentido Leblank (2013) recomenda que seja feito uma documentação com os requisitos sobre quais variáveis se quer monitorar. Com base nessa documentação é que se parte para as ações diretas de se efetivar o monitoramento.

Segundo Leblank (2013) para o caso do monitoramento em edifícios históricos as seguintes variáveis podem ser consideradas:

- Mudanças nas pressões externas que atuam na propriedade
- Mudanças na condição do imóvel

- A efetividade das ações de gestão sobre a conservação dos valores da propriedade.

O monitoramento pode alimentar com informações precisas e comparáveis os processos de conservação. No final de tudo o resultado se consolida na preservação do patrimônio cultural, onde se evita restaurações desnecessárias. Nesse sentido o trabalho de monitoramento de um edifício histórico é algo fundamental e sem o qual não é possível compreender a deterioração, seja natural ou artificial, que ocorre em parte dos materiais construtivos presentes no edifício.

Um exemplo que reflete a necessidade do monitoramento é no tocante as características do ar poluído e o quão danoso isso pode ser para um edifício centenário. Obviamente que existe uma ação natural de degradação causada pelo ar sobre as superfícies. Porém a poluição inserida no ar pela demanda de produção industrial é sem dúvida um dado a ser medido, pois causa danos sobre o patrimônio, além do que se esperaria.

Os danos causados pela poluição do ar, no entanto, são reais, mensuráveis e, em muitos casos, óbvios. Nosso desenvolvimento industrial nos deixou com um legado de estátuas sem rosto e edifícios enevoados que levarão muitos anos para reparar e conservar, mesmo quando os níveis de poluição são suficientemente reduzidos para torná-lo sensato para fazê-lo. Vemos como os edifícios resistem no ambiente natural e, em seguida, mostramos como a poluição adiciona uma dimensão extra de danos (WATT, 2009: 6).

Com a realidade que Watt (2009) revela em seu artigo é fácil perceber a grande necessidade de se conhecer as características ambientais da região onde está localizada a edificação de interesse histórico que se pretende conservar. Será preciso também analisar os elementos químicos que estão sendo depositados sobre as superfícies da edificação e as reações que isso desencadeia no material. Enfim, é preciso monitorar, analisar os dados e tirar conclusões que venham dar às ações de conservação preventiva requisitos, e com isso os profissionais poderão realizar trabalhos no dia a dia que resultarão na efetiva conservação do patrimônio cultural.

A conservação preventiva é como um guarda-chuva que abriga uma série de ações que juntas tornam a preservação mais eficaz. Nesse sentido, algo importante a se considerar é a educação patrimonial que consiste em envolver o público que faz uso de uma edificação ou bem de valor cultural. A conservação é algo que, em parte, depende das pessoas que utilizam o bem. Assim como usamos nossa casa, um edifício tem o seu uso pelas pessoas. Em ambos os

casos o uso deve ser regrado e existirão momentos em que será necessário fazer alguma intervenção que poderá afetar o usuário. Nesse sentido uma das funções da educação patrimonial é manter as pessoas que circulam na edificação com a devida comunicação para que todos tenham a consciência de usar a edificação segundo as regras estabelecidas e entender que nos momentos de incomodo por alguma intervenção, isto significa cooperação para a preservação do patrimônio cultural.

Educação patrimonial abrange ações estruturadas de educação relacionadas à preservação de acervos culturais e à valorização da memória. Deve ainda possibilitar à sociedade a apropriação de seu patrimônio cultural e o fortalecimento do cidadão como sujeito histórico no processo de produção e de preservação desse patrimônio (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. CASA DE OSWALDO CRUZ, 2013).

A conservação preventiva é uma ferramenta de gestão para a preservação do patrimônio histórico-cultural. Visando melhorias para os processos de manutenção e conservação preventiva de edifícios históricos, e adotando como ambiente o Campus Fiocruz Manguinhos propõe-se, neste trabalho, a introdução de ferramentas e equipamentos de monitoramento como parte da estratégia preventiva visando contribuir para a gestão da conservação do patrimônio edificado no contexto brasileiro. Espera-se, assim, gerar dados eficazes para os processos de conservação preventiva. Essas ações também poderão contribuir como base de informações para planos de conservação preventiva de edificações históricas.

3.2.Exemplos Internacionais de Monitoramento

A pesquisa pelo tema do monitoramento de edificações históricas no contexto internacional resulta no encontro de número significativo de trabalhos acadêmicos e exemplos de aplicação. Entretanto percebe-se que esse tema ainda está em crescimento pelo mundo. Como exemplo disso pode-se ver um comentário sobre uma ação conhecida como Projeto HeritageCare realizada na Europa. Segundo Ramos et al. (2017) monitoramento e conservação preventiva do patrimônio edificado são temas relevantes e atuais com crescente interesse da comunidade técnica e científica, entretanto no sudeste da Europa, que é composto por Portugal, Espanha e Sul da França, embora existam ações de conservação pontuais, não existia consolidada estratégia conjunta que conformasse a implementação de ações de monitoramento

e conservação preventiva. Assim foi proposto o Projeto HeritageCare⁵ – Monitorização e Conservação preventiva do Património Histórico e Cultural, realizado entre 2016 e 2019. Esse projeto teve como um dos objetivos a constituição de uma entidade sem fins lucrativos que multiplicará as ações de monitoramento e conservação preventiva em Portugal, Espanha e Sul da França⁶. O sistema contemplará inspeções periódicas aos edifícios, levantamentos tridimensionais com objetivos de obter dados para a conservação preventiva e será utilizada a metodologia BIM. Serão também implementados sistemas de softwares e aplicativos para dispositivos móveis que integrem todas as informações possibilitando assim o monitoramento do acervo cultural.

Como produto do projeto HeritageCare foram feitas publicações informando os desdobramentos do projeto. Uma das publicações foi um guia de boas práticas em conservação preventiva que conta com bastante informação prática para os processos de conservação - (UNIVERSIDADE DO MINHO, 2019). Existe também uma outra publicação que é uma metodologia para conservação preventiva de edificações de valor cultural - (UNIVERSIDADE DO MINHO, 2017).

No campo contemporâneo da conservação preventiva e do monitoramento de edificações históricas tem crescido o trabalho de modelagem 3D com o uso de equipamentos com câmeras e laser scanners. Nesse sentido, a nível internacional existe um comitê conhecido como CIPA (International Committee of Architectural Photogrammetry) que é um dos mais antigos Comitês Científicos Internacionais do ICOMOS (Conselho Internacional de Monumentos e Sítios). A missão da CIPA é promover pesquisas, fazendo assim uma interface entre as novas tecnologias e ciências de medição e visualização, e as disciplinas de registro, conservação e documentação do patrimônio cultural. Ao consultar e pesquisar a produção acadêmica divulgada no site da CIPA, encontra-se uma grande quantidade de artigos que abordam tema da conservação preventiva e monitoramento no ambiente do patrimônio cultural.

⁵ Para responder à lacuna identificada na conservação preventiva do património, foi criado o Projeto HeritageCare - Monitorização e Conservação Preventiva do Património Histórico e Cultural. Trata-se de um Projeto que pretende ser inovador, introduzindo pela primeira vez no Espaço Sudoeste Europeu uma estratégia conjunta para a conservação preventiva do Património, de forma sistemática e uniforme, integrando avançadas tecnologias para a inspeção, diagnóstico, gestão e os diversos aspetos intrínsecos ao Património classificado e não classificado. O Projeto é cofinanciado pelo Programa Interreg-Sudoe, através do FEDER - Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, com um financiamento total de 1.686.282,82 euros, incluindo parceiros em Portugal, Espanha e o Sul de França. Tem a duração de 3 anos, e iniciou a sua atividade em Setembro de 2016. Ramos et al., (2017).

⁶ O Projeto é cofinanciado pelo Programa Interreg-Sudoe, através do FEDER - Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, incluindo parceiros em Portugal, Espanha e o Sul de França.

No decorrer do presente trabalho serão abordados alguns exemplos do uso da modelagem 3D e fotogrametria como monitoramento do patrimônio edificado.

É bastante relevante a contribuição do comitê internacional CIPA. A quantidade de artigos que abordam o tema da modelagem 3D é muito grande. São trabalhos abordando temas tais como: técnicas de trabalho, softwares, recursos low cost, estudos de caso, experiências científicas e estudos que podem orientar e das soluções a problemas para os profissionais que atuam nessa área. Baseado em pesquisa feita na produção da CIPA pelo mundo, comenta-se a seguir sobre alguns artigos que tem mais ligação com o tema do presente trabalho.

3.2.1. Mausoléus em Makli, Paquistão

As edificações históricas estão sempre sujeitas a todo tipo de interferências ou efeitos naturais que possam causar movimentos indesejados em suas estruturas. É muito comum que existam rachaduras em suas estruturas e isso é algo que precisa ser investigado tanto pela questão da preservação do patrimônio histórico quanto pela segurança necessária ao uso que se dá a edificação ou monumento. Pode ser um uso destinado a visitas ou então a permanência de pessoas, como no caso de ambientes de trabalho, museus ou até mesmo residências. Nesse sentido Eppich; Mahessar e Nawaz (2019) comentam que monitorar o movimento de estruturas históricas é uma parte difícil do trabalho de conservação. Afirma-se que atualmente existem inúmeras técnicas para se fazer o monitoramento e dentre elas está a instrumentação de alta precisão. Apresenta-se assim o caso do monitoramento e metodologia usada para a conservação dos mausoléus históricos em Makli Hills no Paquistão, cuja imagem está na figura 2 abaixo. Conjunto esse reconhecido como patrimônio da humanidade pela Unesco distribuído ao longo de seis quilômetros acima de um afluente antigo do rio Indus. Essa região contém túmulos de governantes, poetas e líderes espirituais que viveram entre os séculos XIV a XVIII. Na região desses mausoléus ocorreu um assentamento diferencial que levou as edificações existentes a terem falhas estruturais e rachaduras graves, além de outros danos estruturais.

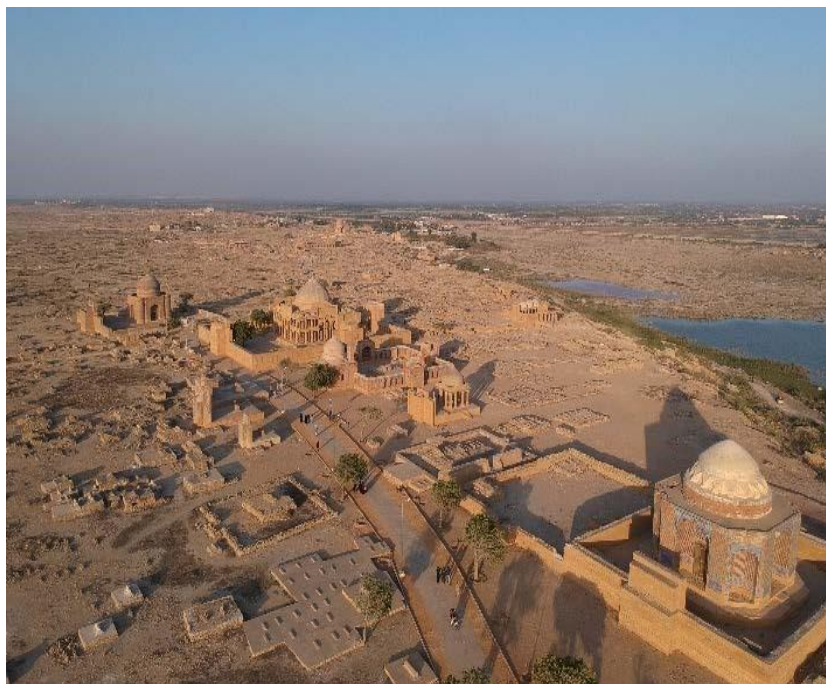


Figura 2 - Vista geral do primeiro aglomerado de estruturas ao sul de Makli. O local se estende por seis quilômetros ao norte.

Fonte: (EPPICH; MAHESSAR; NAWAZ, 2019)

No início do trabalho Eppich; Mahessar e Nawaz (2019) informam que foram feitas pesquisas buscando encontrar dados dos monitoramentos que já haviam sido feitos em projetos passados. Foram encontradas várias fissuras tanto horizontais como verticais e em dimensões diversas. Observou-se que algumas rachaduras existentes foram monitoradas no passado por metodologias tradicionais utilizando-se gesso ou corpos de vidro. Entretanto não foram encontrados os documentos de registro desses monitoramentos. Verificou-se também que algumas dessas rachaduras monitoradas apresentavam marcas de terem evoluído, mas não existiam as anotações dessa evolução. Frente a imensidão das estruturas e aos grandes danos estruturais, os pesquisadores verificaram a necessidade de usar alguma ferramenta de grande precisão para que fosse possível monitorar de fato as estruturas.

Segundo Eppich; Mahessar e Nawaz (2019) foi feito um estudo para traçar as estratégias de como fazer o monitoramento de todas as estruturas. Verificou-se que devido a grande quantidade de locais a serem monitorados, não seria viável financeiramente um monitoramento de alta precisão em todos os lugares. Assim foi criado um critério de escolha baseado na importância e nível de degradação de cada parte do monumento edificado. O resultado disso

foi que poucos locais receberam equipamentos de monitoramento modernos e com resultados em tempo real.

Aqui vale a observação de que o monitoramento com alta tecnologia pode representar alto investimento e assim se faz necessário a escolha criteriosa da necessidade do monitoramento.

Quanto ao equipamento que foi utilizado para o monitoramento contínuo em tempo real Eppich; Mahessar e Nawaz (2019) informam que se tratou do medidor digital de rachaduras de alta sensibilidade, modelo Rissfox Datalogger Scantronik Magrauger com Softfox que é mostrado na figura 3 abaixo. Informa-se que esse equipamento tem uma sensibilidade de 0,0026mm e foi possível verificar contrações das estruturas na ordem de 0,4mm devido às variações de temperatura locais. Fato bastante relevante é que o monitor digital de rachaduras pode ser ligado em rede com outros medidores no caso de um monitoramento em vários locais diferentes e assim seria possível um monitoramento em tempo real, por exemplo, para saber se as rachaduras se movimentam ao mesmo tempo ou não e assim se entender como acontece efetivamente a movimentação da estrutura.



Figura 3 - Rissfox Datalogger Scantronik Magrauger.

FONTE: https://www.scantronik.de/Produkt_Rissfox_Mini_deu.php



Figura 4 - A tumba altamente significativa de Jam Nizam Al Din no extremo norte das Colinas Makli, propriedade do Patrimônio Mundial.

Fonte: (EPPICH; MAHESSAR; NAWAZ, 2019)



Figura 5 - A equipe que instalou o monitor de crack digital, 2019.

Fonte: (EPPICH; MAHESSAR; NAWAZ, 2019)

Os autores relatam que para entender melhor a movimentação das estruturas foi preciso observar a interação entre as variações climáticas e as rachaduras. Assim foi instalada no local uma estação meteorológica para captação dos dados climáticos e foram feitas análises e monitoramento do clima por um ano. A conclusão foi que as variações de temperatura estavam realmente influenciando negativamente as estruturas das edificações.

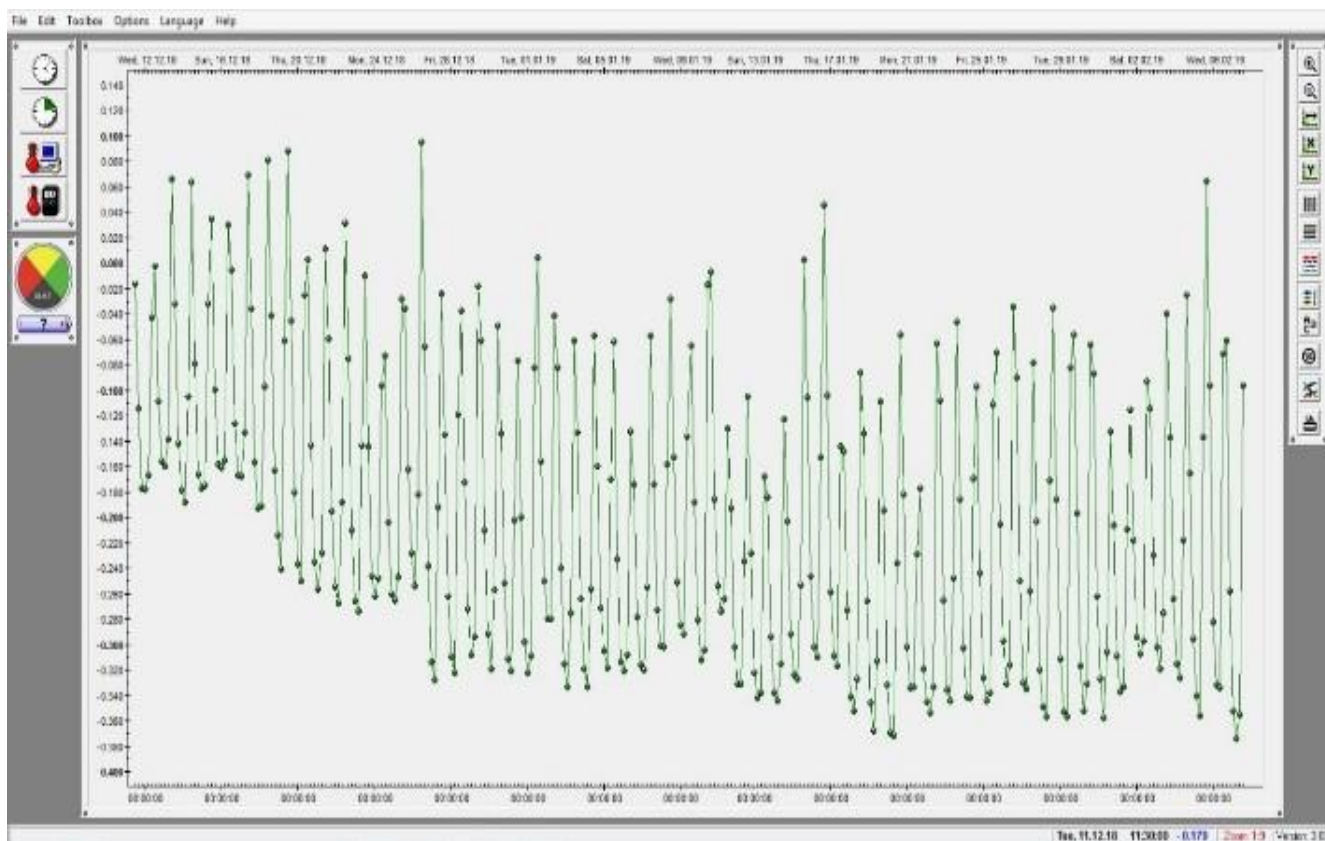


Figura 6 - Resultados do monitor digital de rachaduras mostrando o movimento diário de 0,061 +mm e 0,042 mm devido à expansão térmica.

Fonte: (EPPICH; MAHESSAR; NAWAZ, 2019)

Como resultados Eppich; Mahessar e Nawaz (2019) afirmam que nem toda a estrutura dos mausoléus apresenta movimentação danosa e assim foi possível identificar as partes da estrutura que precisam de monitoramento constante em tempo real e isso se configura como uma ação de conservação preventiva eficaz.

3.2.2. Castel Del Monte – Itália

Segundo Angelini; Costantino e Milan (2011) a utilização de modelos 3D para o estudo mais detalhado de edifícios históricos tem aumentado nos últimos anos. Comenta-se que a interdisciplinaridade envolvendo a fotogrametria e a computação gráfica tem contribuído para o desenvolvimento de novas ferramentas e técnicas para a documentação de edifícios históricos. Essas novas tecnologias permitem a geração de modelos 3D e 2D muito realistas em termos de

geometria e textura. Em interessante artigo Angelini; Costantino e Milan (2011) comentam a geração de modelos 2D e 3D da edificação histórica Castel del Monte situada no sul da Itália, que é um dos tesouros arquitetônicos da Puglia no sul da Itália e representa um dos principais destinos turísticos da região. O objetivo final desse trabalho foi obter um modelo 3D preciso para ações de conservação preventiva.



Figura 7 - Castel del Monte. Fonte: (ANGELINI; COSTANTINO; MILAN, 2011)



Figura 8 - Modelo 3D texturizado com software Autocad 3D.

Fonte: (ANGELINI; COSTANTINO; MILAN, 2011)

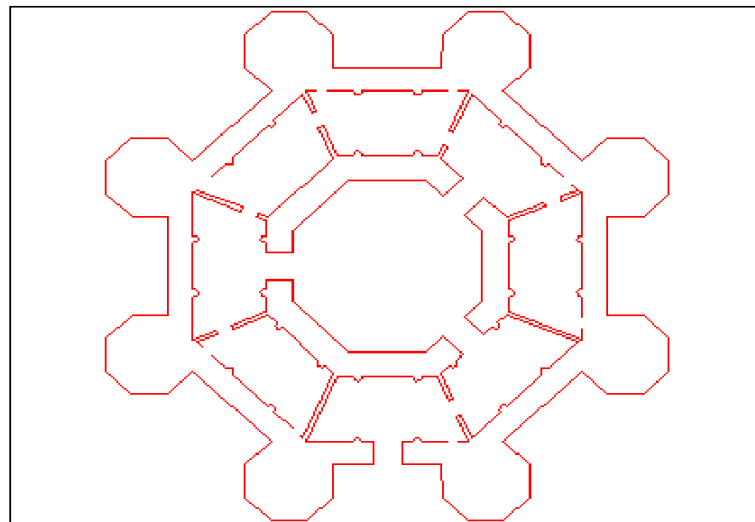


Figura 9 - Modelo 2D obtido. Fonte: (ANGELINI; COSTANTINO; MILAN, 2011)

Concluindo esse trabalho Angelini; Costantino e Milan (2011) comentam que tanto o modelo 2D quanto o 3D são ferramentas para estudos de engenharia, arquitetura, história e turismo. Nesse sentido pode-se entender o valor que essa técnica traz para os trabalhos de conservação preventiva. Gerações programadas desse tipo de imagem precisa para uma edificação histórica é sem dúvida uma poderosa ferramenta de monitoramento de uma edificação histórica. Ao longo dos anos as sucessivas imagens comparadas entre si podem

revelar o surgimento de danos que talvez não fossem percebidos a olho nu. Obviamente que um arquivo com fotos tiradas estrategicamente continua sendo uma grande ferramenta de monitoramento, entretanto as fotos não dão a dimensão de medidas reais na edificação. Já com os modelos 3D ou 2D é possível comparar, por exemplo, as medidas de uma trinca existente em uma parede e saber se ocorreu aumento da trinca em 1mm.

3.2.3. Igreja de Sant'Andrea – Itália

Como mais um exemplo do uso da modelagem 3D pode-se observar um trabalho que foi feito na igreja de Sant'Andrea que fica na cidade de Bergamo na Itália. Essa edificação histórica tem grande valor cultural tanto do ponto de vista artístico quanto arquitetônico.

Figura 10 - Vista interior da igreja de Sant'Andrea.

Fonte: (CARDACI; MIRABELLA-ROBERTI; AZZOLA, 2019)





Figura 11 - Vista aérea da igreja de Sant'Andrea.

Fonte: (CARDACI; MIRABELLA-ROBERTI; AZZOLA, 2019)

Fato interessante nesse caso é que a igreja passou por usos diferentes ao longo de seus 170 anos de existência. Segundo Cardaci; Mirabella-Roberti e Azzola (2019) além do uso como ambiente de atos religiosos, houve também o uso do porão da igreja como teatro até a metade do século XX, e esse mesmo ambiente passou também por um período de mais de 50 anos sem uso. Recentemente o porão foi restaurado e está sendo utilizado como um ambiente de atividades culturais. Seguindo as ações mais recentes de uso da igreja, foram promovidas pesquisas históricas e documentais e surgiu a necessidade de se fazer um levantamento arquitetônico via modelagem 3D e fotogrametria. De acordo com os autores devido a forma construtiva da igreja e ao próprio uso, intervenções e movimentações do terreno, surgiram padrões de fissuras em alguns lugares. Nesse sentido o levantamento via laser scanner e fotogrametria poderia ser um meio de monitorar a evolução dessas patologias.

Para uma maior precisão do modelo 3D Cardaci; Mirabella-Roberti e Azzola (2019) informam que foi necessário o processo fotogramétrico. Isso pois a nuvem de pontos que é

obtida via laser scanner não fornece um bom visual da textura dos elementos da igreja. Em outros artigos comentados no presente trabalho, observa-se que o processo de modelagem 3D sempre tem as etapas de laser scanner e fotogrametria. A seguir mostram-se algumas imagens com os resultados da modelagem 3D da igreja de Sant'Andrea.

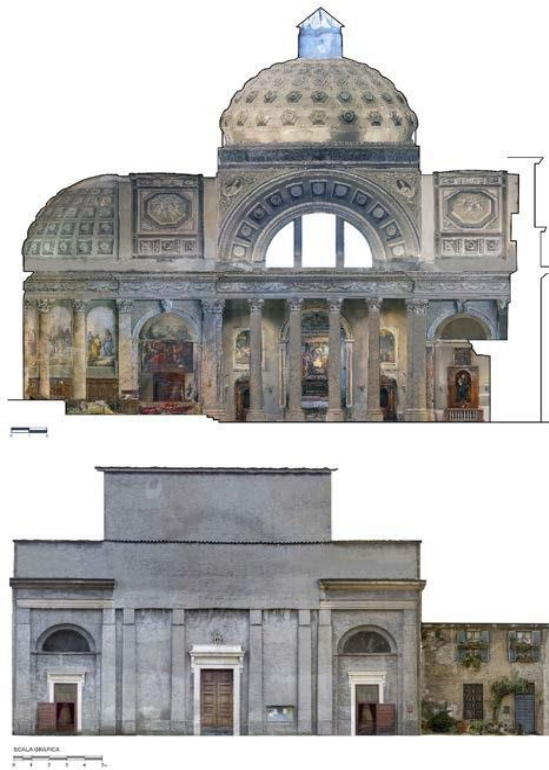


Figura 12 - Projeção ortográfica da seção longitudinal (superior) e da fachada (inferior).

Fonte: (CARDACI; MIRABELLA-ROBERTI; AZZOLA, 2019)

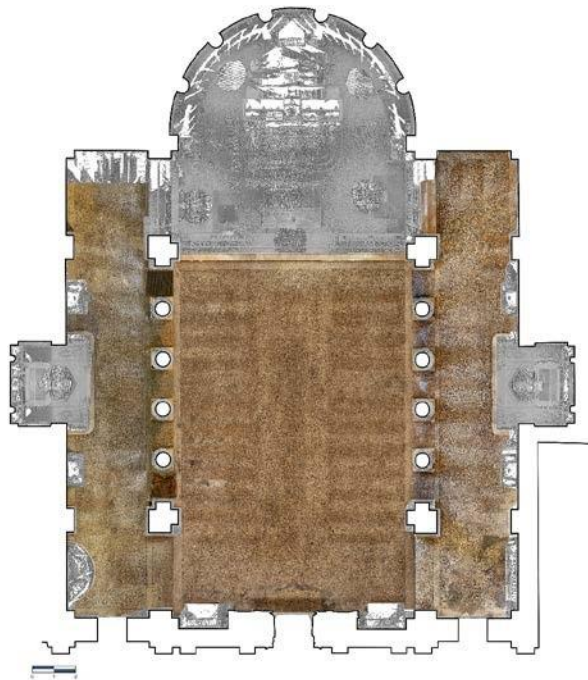


Figura 13 - Plano interno com a textura do piso fotogramétrico.

Fonte: (CARDACI; MIRABELLA-ROBERTI; AZZOLA, 2019)

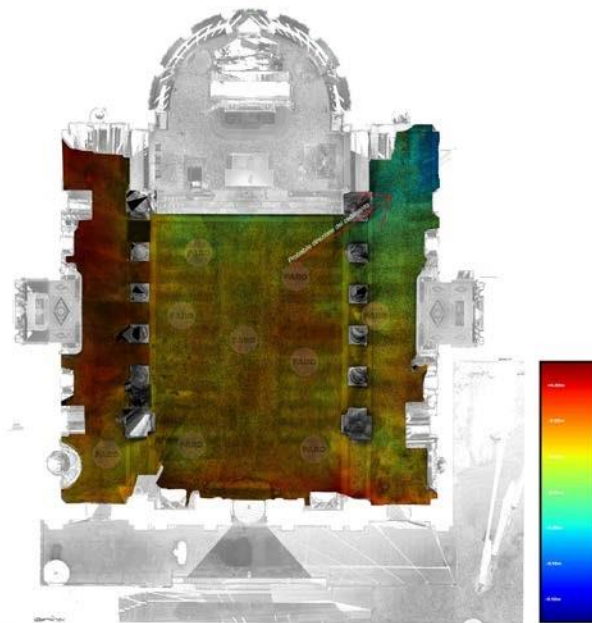


Figura 14 - Nuvem de pontos do teto da igreja. Resultado do Laser Scanner.

Fonte: (CARDACI; MIRABELLA-ROBERTI; AZZOLA, 2019)

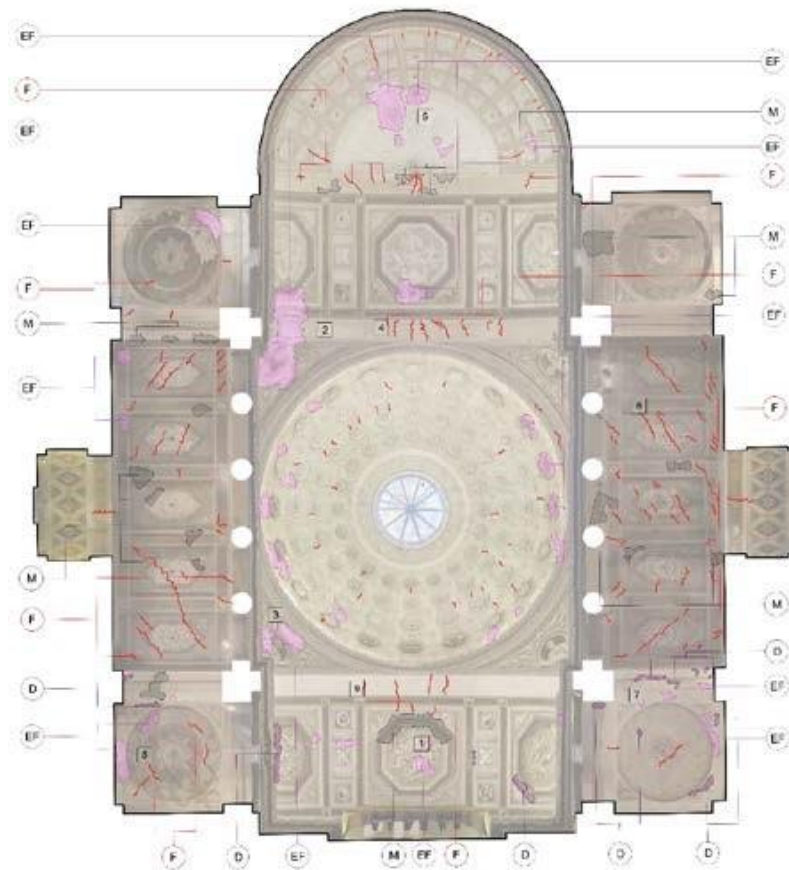


Figura 15 - Visão hiposcópica do teto com a projeção dos cofres e das cúpulas: padrão de rachaduras e mapeamento de danos.

Fonte: (CARDACI; MIRABELLA-ROBERTI; AZZOLA, 2019)

Como pode ser visto na figura anterior, mostra-se o mapeamento de danos digital. Tem-se nessa imagem o que pode ser o monitoramento do teto para acompanhamento da evolução das rachaduras. Como conclusões do trabalho Cardaci; Mirabella-Roberti e Azzola (2019) comentam que as novas tecnologias de investigação computacional associadas às metodologias tradicionais trazem grande crescimento para a preservação do patrimônio histórico. Embora não seja tão simples devido a questões de recursos técnicos e até financeiros, já é possível vislumbrar que as tradicionais metodologias manuais de se fazer um mapeamento de danos poderão em um futuro não tão distante serem substituídas pela modelagem 3D computacional. De acordo com os autores a alta precisão dos resultados obtidos pela modelagem 3D da igreja Sant'Andrea permitiu a avaliação realista das rachaduras encontradas na edificação. Informa-se que o levantamento realizado é um documento consistente que reflete o estado atual e

representa conhecimento adquirido sobre a edificação e instrumento para a conservação da arquitetura.

Entrando em outros ambientes da tecnologia, é possível verificar que muitos novos equipamentos de obtenção de informações digitais têm sido utilizados nos processos de monitoramento na área de conservação preventiva. Com a evolução da tecnologia digital e dos sensores, a engenharia eletrônica tem permitido a criação de diversos equipamentos que podem levantar dados precisos sobre variáveis importantes para a conservação preventiva. Nesse sentido encontram-se diversas pesquisas e estudo de caso abordando o uso desses equipamentos. A seguir serão apresentados alguns trabalhos nessa área de conhecimento.

3.3.Exemplos de Monitoramento no Brasil

3.3.1. Museu Casa de Rui Barbosa, Rio de Janeiro

O Museu Casa de Rui Barbosa é uma edificação de valor histórico-cultural e protegida pela legislação brasileira de preservação e tombada pelo IPHAN e tem presença marcante no cenário das atividades científicas e culturais da cidade do Rio de Janeiro. Atualmente o Museu Casa de Rui Barbosa faz parte da Fundação Casa de Rui Barbosa que é uma instituição ligada ao Ministério da Cultura e Cidadania, tendo como missão promover a preservação e a pesquisa da memória e da produção literária e humanística, além de fomentar a reflexão e debate sobre a cultura brasileira.

No final dos anos 1990 foram implementadas ações visando a integração do edifício histórico a suas coleções abrigadas, tudo no sentido da elaboração de um Plano de Conservação Preventiva para o Museu Casa de Rui Barbosa. Assim em 2005 surge uma linha de pesquisa dando apoio as ações de Conservação Preventiva (CARVALHO, 2012; 2014). No âmbito do desenvolvimento do Plano várias pesquisas foram realizadas, resultando no desenvolvimento de uma documentação tanto sobre o edifício quanto sobre o acervo, com o objetivo de ser um instrumento de monitoramento e controle para preservação, gerenciamento e uso.

Com mais de 150 anos de existência, essa edificação vem passando ao longo dos anos por muitas transformações oriundas de processos históricos, uso e desgaste natural do tempo. Segundo Carvalho (2012) a casa passa por grandes obras de restauração nos anos 1970 com

foco na introdução de áreas argamassas a base de cimento nas fachadas. Nesse sentido, devido ao desconhecimento das mudanças causadas nestas restaurações, motivou-se o surgimento de uma pesquisa cujo objetivo foi “estabelecer parâmetros para conservação das superfícies arquitetônicas, alinhando a correta definição de princípios e diretrizes ao aumento da qualidade da execução e ao controle de contratos e gestão de obras desse tipo.” (CARVALHO, 2012, p.238).



Figura 16 – Fachada principal Museu Casa de Rui Barbosa, dezembro 2011

Fonte: (CARVALHO, 2012)

A pesquisa para conservação de superfícies arquitetônicas do Museu Casa de Rui Barbosa foi baseada em um método de monitoramento focado na observação, chamado de monitoramento visual, seguindo recomendações do manual elaborado por Teutônico⁷ (1998). Havia a necessidade de se identificar a ideal mistura que resultasse na argamassa a ser aplicada nas superfícies da edificação. Assim foram feitas análises laboratoriais para identificação dos componentes das argamassas existentes e posteriormente foram criadas várias composições de

⁷ O documento elaborado por Teutônico (1988) é um manual para laboratórios voltados para conservação de arquitetura. Essa publicação mostra os princípios gerais de um laboratório científico, mostrando os conhecimentos necessários para se desenvolver a pesquisa, que abrangem os conhecimentos de técnicas para saber fazer medições de variáveis, conhecimentos sobre diversos tipos de materiais presentes nas edificações e seus comportamentos, tipos de equipamentos necessários para o laboratório, enfim, essa publicação realmente da referência de técnicas para se fazer o monitoramento visual e assim obter resultados eficazes de maneira simples e a baixo custo.

argamassa para teste. Essas argamassas receberam identificações por grupos e foram aplicadas em painéis em muro. A partir desse momento, as argamassas, descritas como argamassa-teste, foram monitoradas visualmente por seis meses, com o objetivo de registrar o comportamento de cada grupo identificado. É interessante observar que esse tipo de monitoramento utiliza técnicas e materiais de fácil acesso. Após esse tempo foram recolhidas amostras para análise laboratorial.



Figura 17 – Argamassa-teste grupo A1 – acabamento desempenhado para o emboço.

Fonte: (CARVALHO, 2012)



Figura 18 – Argamassa-teste grupo D – Aspecto final

Fonte: (CARVALHO, 2012)

Comenta-se que as variáveis analisadas sobre as argamassa-teste, durante o monitoramento, foram: trabalhabilidade, teor de água, tempo de cura, retração, carbonatação, dureza (resistência a abrasão), coesão, variação da cor e da textura. Para esses dados a proposta foi de se fazer o monitoramento visual por um ano. Informa-se também que para aprimorar os resultados da pesquisa, os valores obtidos pelo monitoramento foram complementados por resultados das análises laboratoriais pois as argamassas têm características que o monitoramento visual não pode identificar.



Figura 19 – Vista geral da parede-teste

Fonte: (CARVALHO, 2012)

Em outro caso envolvendo o monitoramento no Museu Casa de Rui Barbosa, foi feito um grande trabalho em colaboração com Instituto Getty (The Getty Conservation Institute) publicado em 2015. O que motivou esse trabalho foi a necessidade de aprimorar a conservação no Museu como um todo devido a degradações que estavam acontecendo com as demasiadas variações de temperatura e umidade, ataque de insetos, além da deposição de partículas poluentes e desbotamento de cores dos elementos das coleções do museu. Nesse sentido a ideia foi fazer um sistema de gestão ambiental viabilizando a criação de um ambiente de conservação ideal para a parte interior histórica do edifício e para o acervo da Biblioteca. Além disso, também prover conforto térmico para os visitantes, afirmam Machado et al. (2015).

Para implementar o sistema de gestão ambiental foi elaborado um diagnóstico de conservação que contemplou um profundo estudo das características construtivas do edifício, conhecimento mais amplo das coleções e dos danos existentes. Foi realizado, de 2004 a 2006,

o monitoramento da temperatura, umidade relativa do ar, partículas poluentes e poluentes atmosféricos gasosos. Como principais resultados verificou-se que a circulação natural de ar museu havia sido prejudicada devido a trabalhos de manutenção no telhado, na contenção de vazamentos e isso contribuiu para o desequilíbrio nocivo das variações de temperatura e umidade. Também se verificou que a ventilação por janelas que ficavam abertas contribuía para grandes flutuações de temperatura na Biblioteca do museu.

Com base nas informações obtidas como o monitoramento e o diagnóstico da edificação foram feitas ações para implementação do sistema de gestão ambiental. Assim os objetivos se resumiram ao seguinte: 1. manter a umidade baixa e estável para evitar a deterioração química e mecânica da coleção; 2. reduzir tanto a poluição gasosa quanto a de partículas; 3. reduzir a população de insetos; 4. reduzir a exposição da coleta à luz do dia; 5. manter o conforto térmico para os visitantes fornecendo uma combinação de temperatura, umidade e movimento do ar; 6. evitar invasões visuais causadas pela instalação do sistema (MACHADO et al., 2015).

De posse desses objetivos foram traçadas algumas estratégias, das quais se destacam a limitação da entrada de ar externo no edifício para reduzir os níveis de umidade externa e a transferência de poluentes pelo próprio ar; restauração em janelas e portas para que o funcionamento desses elementos fosse pleno, proporcionando assim o controle de aberturas e fechamento das mesmas nos momentos adequados; foram feitos reparos para que as características de ventilação natural e original da edificação, pudessem acontecer via porão e sótão; foram replanejadas as rotas de visitas de forma que portas e janelas ficassem abertas só nos momentos que beneficiariam os visitantes, evitando assim o excesso de circulação de ar pelos acervos; foi feito um amplo estudo sobre o conforto térmico para os visitantes e com isso foi instalado um sistema de ar-condicionado controlado por um sistema de PLC (Controlador Lógico Programável), que através de sensores de temperatura e umidade e desumidificadores, consegue manter a velocidade do ar adequada e a umidade relativa na biblioteca estável e abaixo de 65%.

Machado et al. (2015) concluem que a estratégia de gestão ambiental com foco na ventilação e desumidificação teve sucesso na conservação do Museu Casa de Rui Barbosa e foi possível prover um ambiente confortável para os visitantes. Durante os testes de todo o sistema ocorreram alguns problemas, mas ao longo de um tempo todos os ajustes foram feitos e tudo funcionou conforme se desejava no projeto.

3.3.2. O Monitoramento Como Estratégia de Ação

3.3.2.1. Pavilhão Mourisco

O Castelo Mourisco, edificação centenária e conhecida como um dos ícones da Fiocruz, abriga a Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz (Unidade da Fiocruz), a Seção de Obras Raras da Biblioteca de Ciências Biomédicas, do ICICT e áreas de exposição do Museu da Vida. Em artigo, Coelho (2015) comenta as características do Castelo Mourisco e fala sobre as condições climáticas que envolvem essa edificação e o local onde se localiza. Fala também da relevância e características da Coleção Entomológica em seus aspectos históricos e científicos.

Nesse sentido se faz absolutamente necessário conhecer os dados ambientais que envolvem o local onde a referida coleção fica abrigada. É importante ressaltar que o Castelo Mourisco, por ser uma edificação tombada, não se caracteriza por uma edificação onde seja simples e sempre possível a instalação e atualização de sistemas de controle ambiental. Assim conhecer essa atmosfera na qual a edificação está inserida e o conhecimento de suas características ambientais internas, faz todo sentido para a salvaguarda das coleções e acervos que essa edificação abriga.

Sobre o local dentro do Castelo Mourisco, onde fica abrigada a Coleção Entomológica, Cerri et al. (2014) afirmam que nos anos de 2007 e 2008, foi feita uma modernização nos sistemas mobiliários de armazenamento da Coleção Entomológica com o objetivo de trazer mais segurança para a coleção.



Figura 20 – Vista da área de guarda da Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz após a intervenção de 2008.

Fonte: Acervo do DPH / COC

Para a melhor compreensão do ambiente Cerri et al. (2014) comentam que foram feitos estudos sobre o macroambiente onde se encontra a coleção. Para isso foram levantados os números de temperatura, umidade relativa, pluviometria da cidade do Rio de Janeiro e qualidade do ar local e movimentação do vento na cidade.

No que se refere ao diagnóstico do edifício, Cerri et al. (2014) declaram que um problema encontrado foi a existência de mofo e degradação de materiais da edificação, causas essas oriundas da condensação gerada pelo sistema de climatização. Entretanto a Coleção Entomológica foi considerada como em local privilegiado, pois por estar no segundo pavimento, fica livre de infiltrações pela cobertura e fica livre de umidade ascendente do terreno. Contribuindo para o ambiente onde a coleção está, comenta-se que por estar na ala sul do Castelo Mourisco, existe menor incidência de radiação solar durante o ano e com isso não existe acúmulo nocivo de temperatura no ambiente interno onde está a coleção.

Até aqui foi bastante interessante observar todo o trabalho de caracterização e entendimento tanto da coleção como da edificação. Nesse contexto surge então a necessidade

de monitoramento para o real entendimento das variáveis ambientais e consequente base para ações efetivas de conservação preventiva que venham a trazer proteção aos acervos abrigados pela edificação. Obviamente que esse monitoramento traz também dados que vão ser úteis para a conservação preventiva da edificação em si, ou seja, para a preservação do edifício também. Nesse sentido Coelho (2015) comenta que foram instalados Data Loggers em locais estratégicos da edificação para o monitoramento, tanto interno quanto externo, da temperatura e umidade relativa do ar na base de tempo, hora. Esse monitoramento foi feito por 18 meses. As figuras a seguir mostram alguns detalhes desse trabalho.

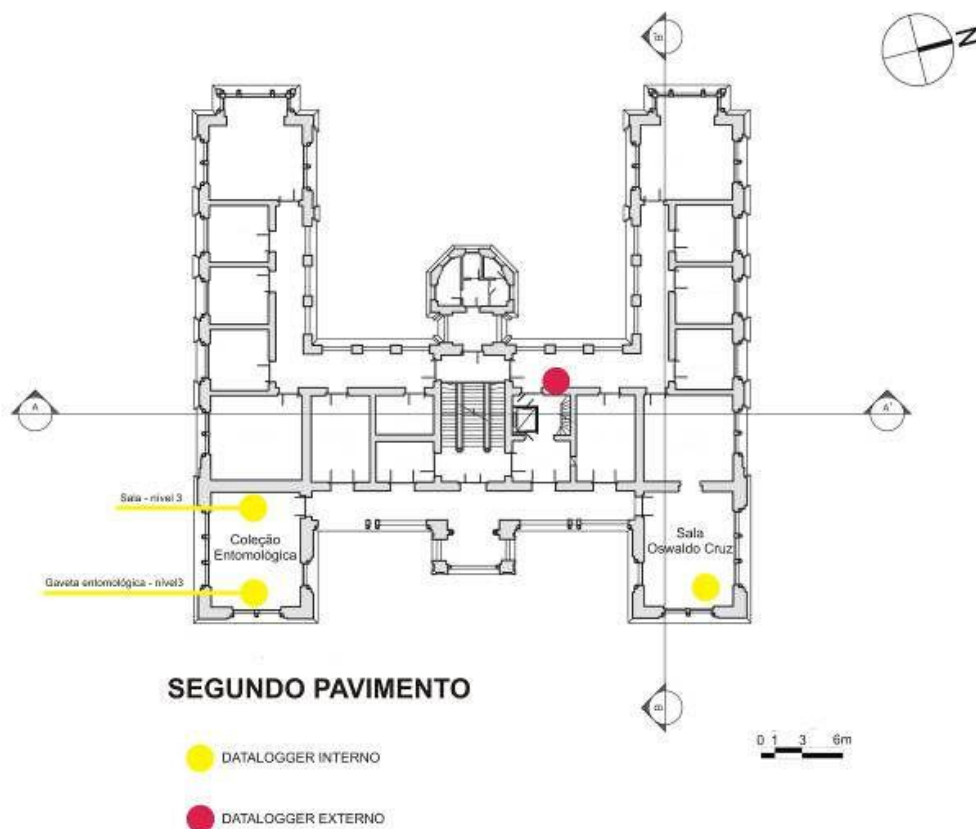


Figura 21 – Localização dos data loggers.

Fonte: Acervo do DPH / COC

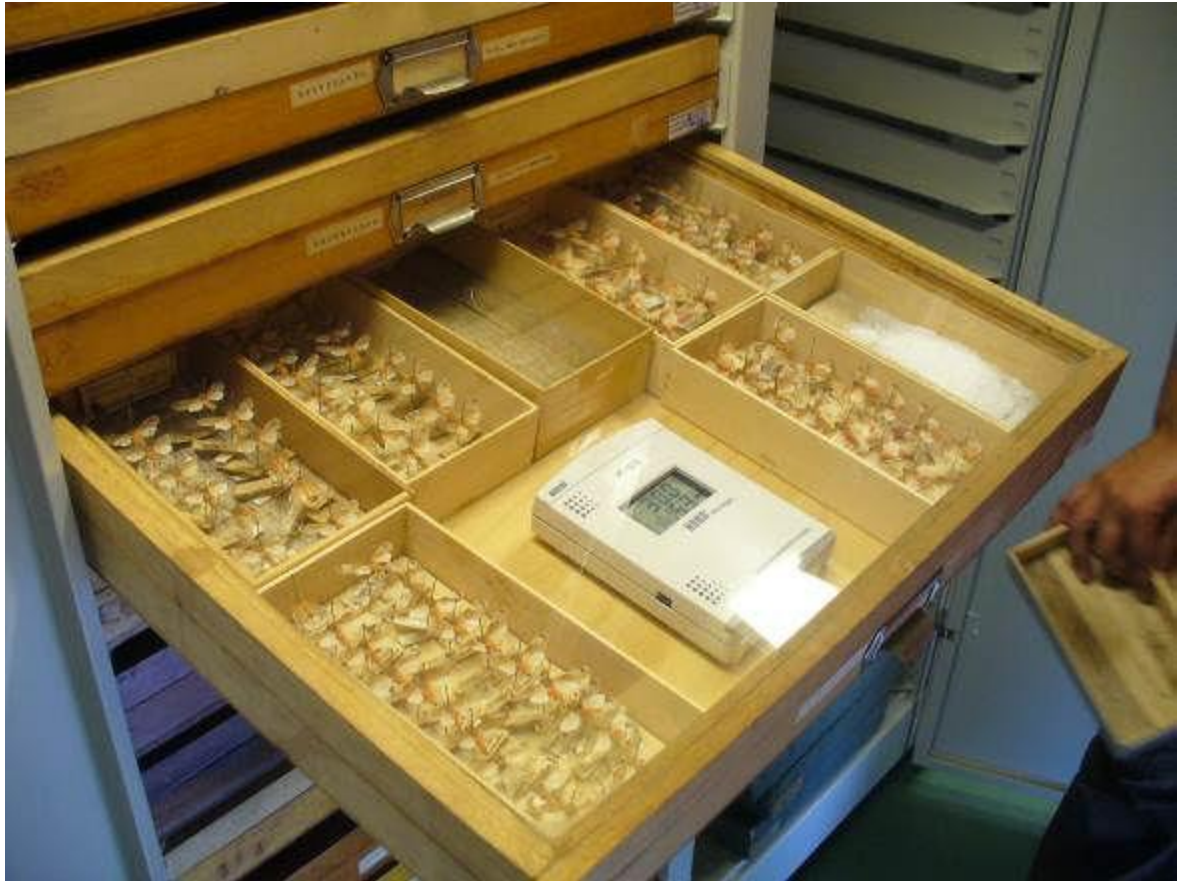


Figura 22 – Data logger no interior da gaveta da Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz.

Fonte: Acervo do DPH / COC

CERRI et al. (2014) informam que os dados coletados foram feitos mensalmente e assim foram produzidos gráficos analíticos que ao final de todo o processo, indicaram informações eficazes sobre o ambiente no qual a Coleção Entomológica está.

Como resultados do monitoramento feito no edifício, pôde ser concluído que o Castelo Mourisco tem boa proteção para a coleção pois suas paredes de grande espessura impedem que se tenha grande umidade relativa em relação ao exterior da edificação e garante estabilidade na temperatura interna. Quanto ao monitoramento das gavetas onde os acervos ficam, foi concluído que esse microambiente apresenta também boa estabilidade em termos de umidade relativa em relação a sala no qual está inserido. A seguir podem ser vistos os gráficos tanto das variáveis relativas ao edifício quanto as gavetas.

Coelho (2015) afirma que os principais riscos identificados para o edifício nas áreas de exposição, foram relativos a forças físicas. Isso devido a maneira como a maior parte dos acervos estão dispostos na proximidade daqueles que visitam as áreas permitidas.

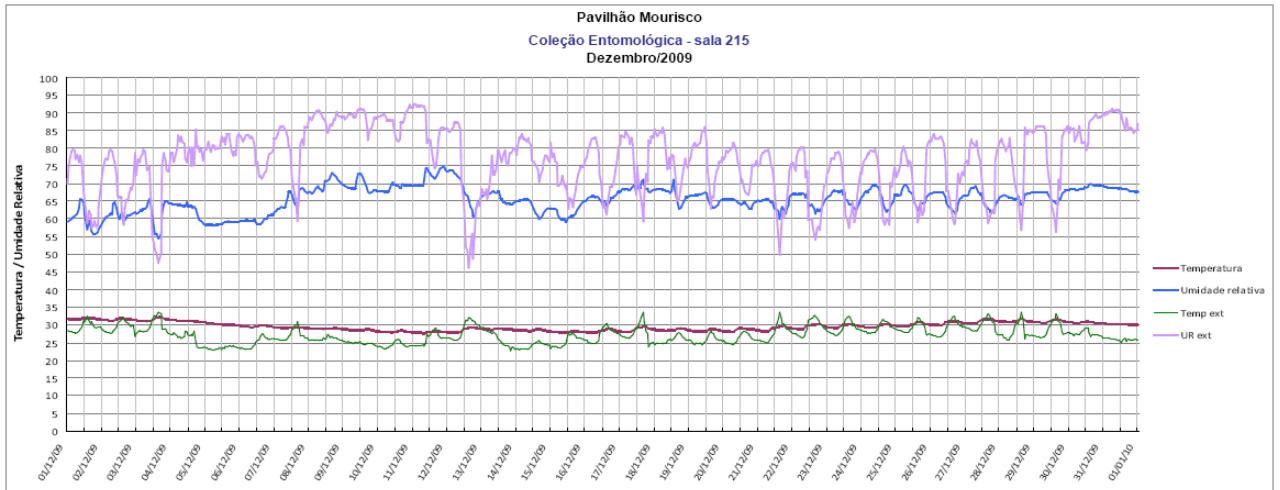


Figura 23 – Parâmetros (temperatura e umidade relativa do ar) coletados na sala 215, da Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz e em área externa durante dezembro de 2009.

Fonte: (CERRI et al., 2014)

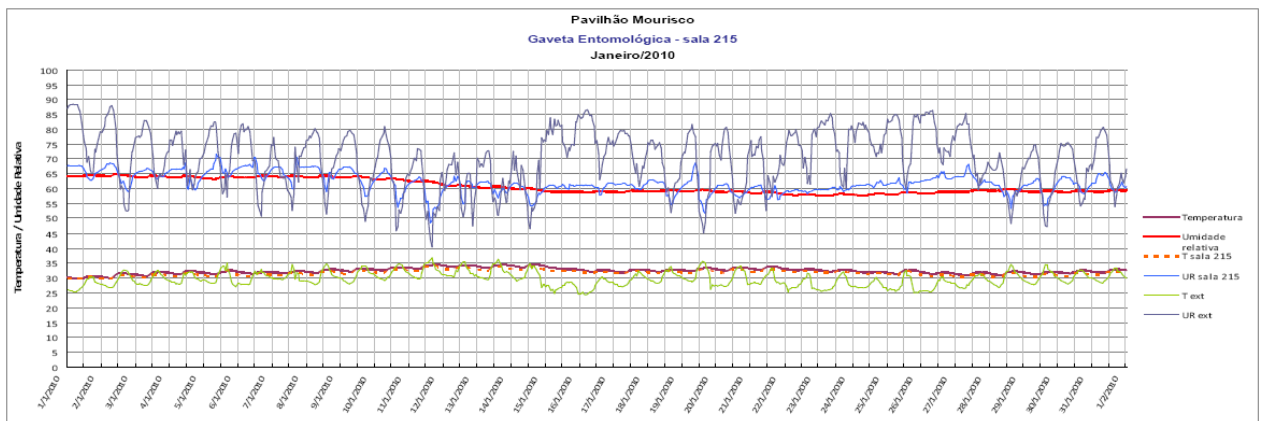


Figura 24 – Parâmetros (temperatura e umidade relativa do ar) coletados no interior de uma gaveta da Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz, na sala 215 e em área externa durante janeiro de 2010.

Fonte: (CERRI et al., 2014)

Como resultados dessa pesquisa, Coelho (2015) comenta que todo o processo de identificação, diagnóstico e monitoramento do Pavilhão Mourisco foram de grande validade para o estabelecimento de diretrizes futuras que venham a proteger a edificação de danos e viabilizando a implementação de um plano de conservação preventiva. Nesse sentido algo que pode ficar como um planejamento realista é o fato de que o sistema de ar-condicionado do edifício precisa ser atualizado para um novo sistema que conceda ao edifício menores interferências e danos. Sendo assim todo o diagnóstico feito nessa pesquisa gerou os requisitos necessários para a especificação do novo sistema de ar-condicionado que no presente já foi instalado e se encontra em fase de testes finais.

3.3.2.2. Casa de Chá

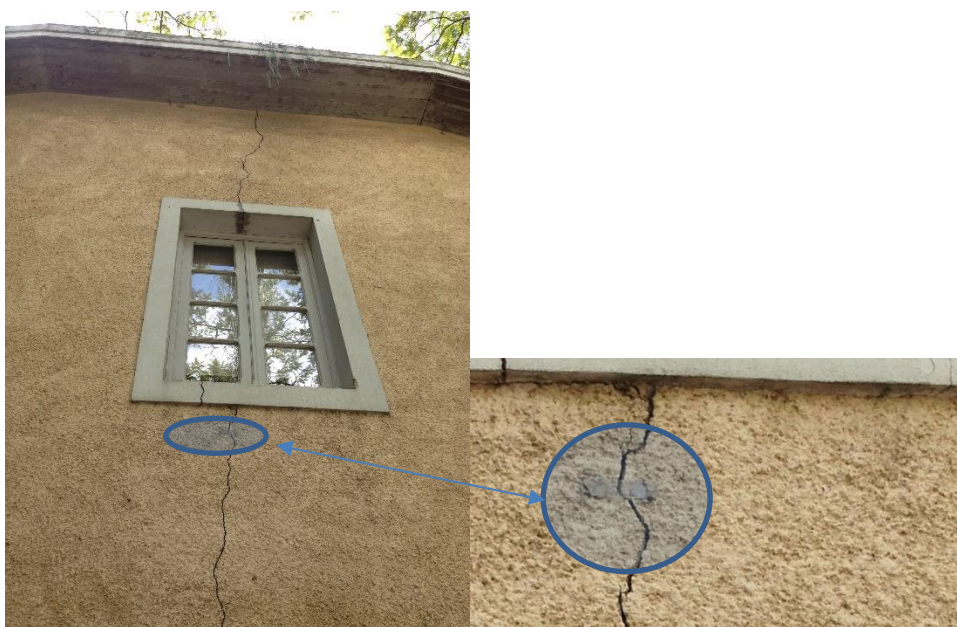


Figura 25 – Trinca na fachada dos fundos do Anexo da Casa de Chá. Destaque para a lâmina de vidro usada para o monitoramento da trinca.

Fonte: Acervo/COC/DPH

Comentando sobre a restauração da edificação Casa de Chá que fica no Campus Fiocruz em Manguinhos, Marques, Mendes e Maimone (2019) informam que havia uma rachadura em uma das fachadas da edificação que foi monitorada pelo método da lâmina de vidro, onde se

faz uma colagem de uma lâmina de vidro sobre a rachadura. Caso a rachadura aumente, a lâmina de vidro se romperia mostrando assim a evolução da rachadura. No mesmo trabalho comentava-se que eram feitas nas edificações monitoramento via observação e inspeção programada do madeiramento do telhado e do caramanchão. Como comentários finais observa-se a intenção de manter um contínuo monitoramento da edificação, entretanto não são tecidos comentários relativos a que tipo de tecnologia seria utilizada no monitoramento.

3.3.2.3. Monitoramento de cupins na Casa do Conde de Santa Mariana

A Casa do conde de Santa Mariana em Belo Horizonte inaugurada em 1897, localizada no conjunto paisagístico e arquitetônico da Praça Rui Barbosa e atual sede da superintendência do Iphan de Minas Gerais, recebeu a instalação de iscas para o monitoramento e erradicação de cupins. Esse processo foi programado para um período de 12 meses com monitoramento de acordo com as orientações determinadas pela empresa especializada que foi contratada. A superintendente do Iphan de Minas Gerais informou que essas ações são para proteger os acervos bibliográficos e arquivísticos da instituição e os acervos da rede ferroviária que são abrigados pela casa. A imagem a seguir mostra a instalação de uma das iscas. O relato dessa ação foi publicado no Jornal Estado de Minas Gerais no dia 19/01/2021.



Figura 26 - Técnico instala iscas para cupins no solo: sistema inibe o crescimento do inseto, que morre por inanição, sem agredir o meio ambiente.

Fonte: foto - Edésio Ferreira/EM/D. A Press

3.3.2.4. Monitoramento de cupins na FUNDUNESP

Na Unesp (Universidade Estadual Paulista) situada na cidade de Rio Claro, se encontra o edifício da FUNDUNESP (Fundação para o Desenvolvimento da Unesp) que atualmente é a sede da universidade. Foi construído na década de 20 e tombado pelo estado em 1986. Menon (2010) fez um trabalho prático usando a área externa da edificação mencionada como um laboratório de monitoramento e erradicação de cupins. A pesquisa foi bastante relevante e identificou-se, com o monitoramento, a presença de cupins no solo e eles foram erradicados em oito meses. O método utilizado foi o de iscas feitas com garrafas pet tendo como atrativo para os cupins o papelão e o produto para erradicação foi o bistrifluron. os cupins identificados na região foram os da espécie *C. gestroi*. A seguir mostram-se algumas imagens desse trabalho.



Figura 27 - Prédio da FUNDUNESP. Fonte: (MENON, 2010)



Figura 28 - Iscas confeccionadas a partir de garrafas PET e papelão corrugado. Fonte: (MENON, 2010)



Figura 29 - Instalação das iscas para monitoramento e erradicação dos cupins. Fonte: (MENON, 2010)

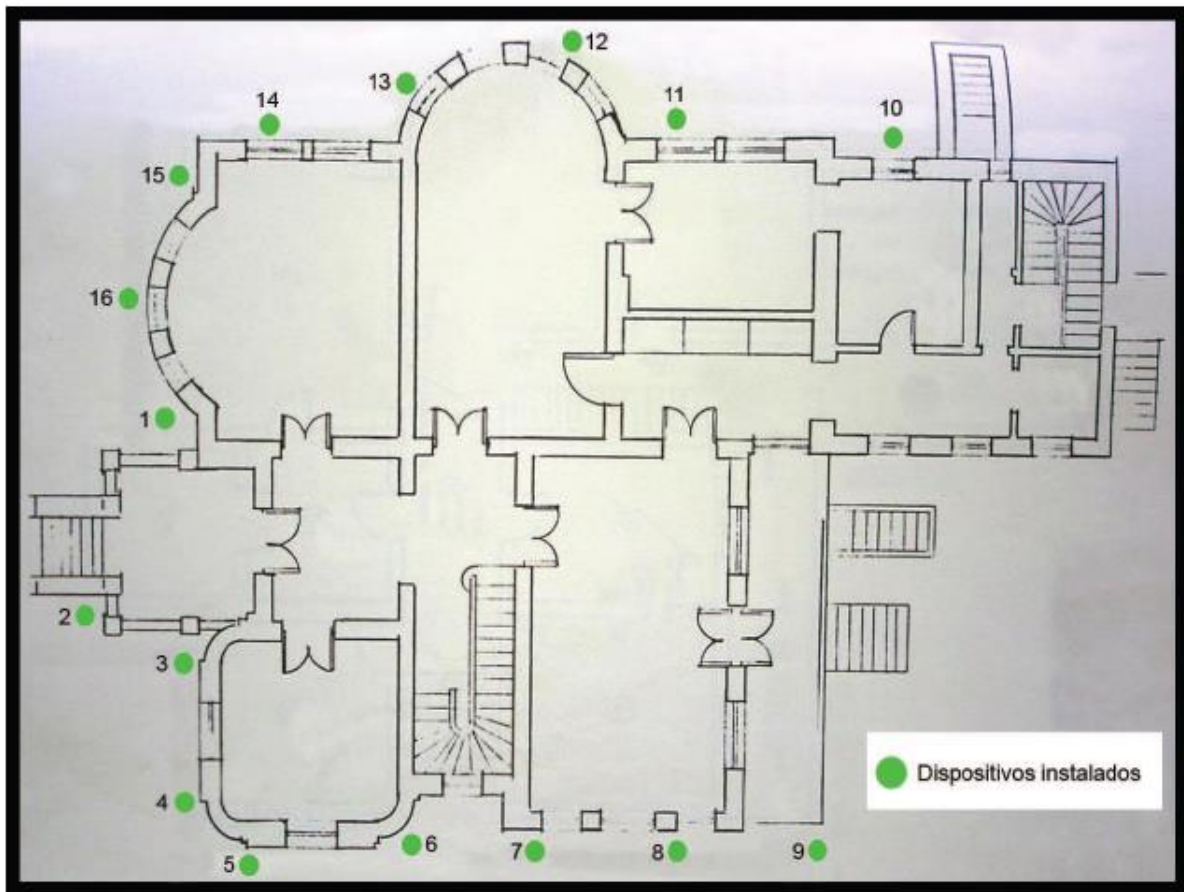


Figura 30 - Localização das iscas instaladas ao redor da edificação. Fonte: (MENON, 2010)

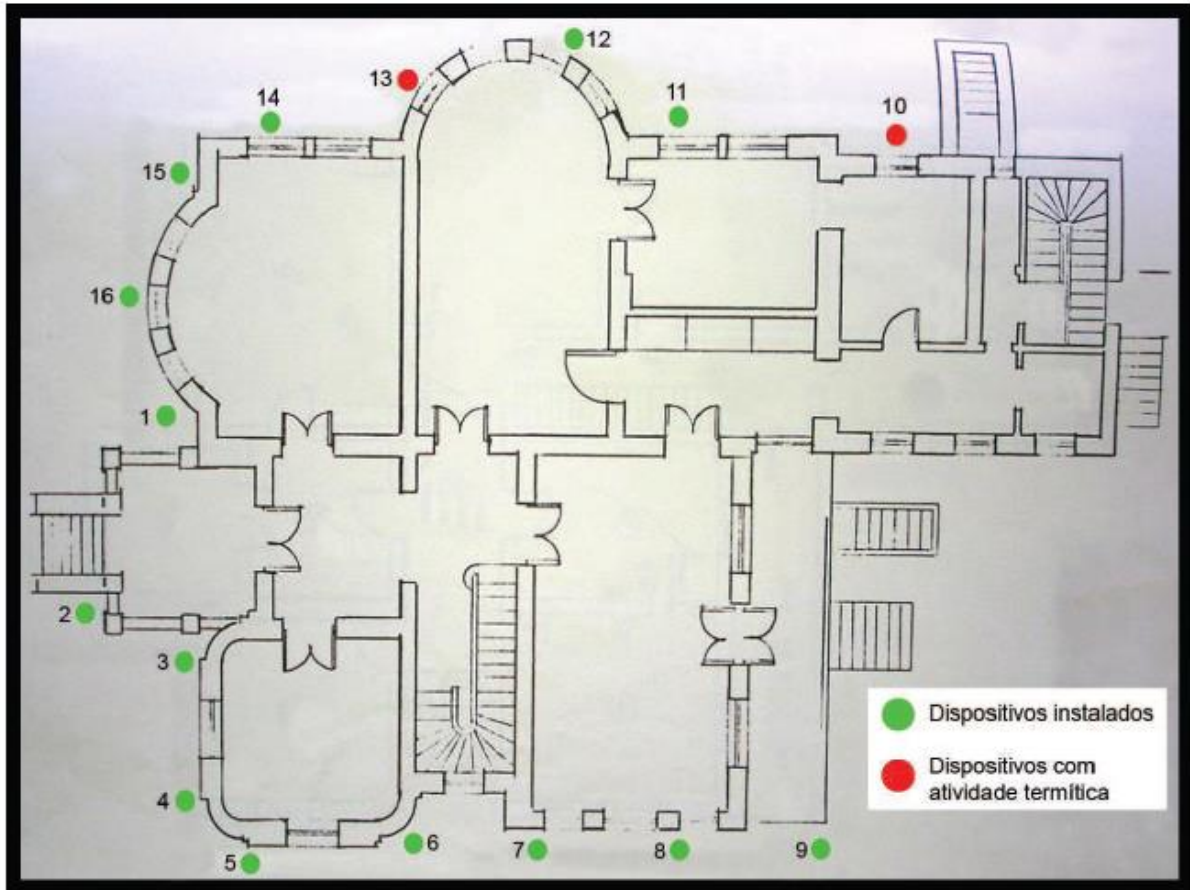


Figura 31 - Localização das iscas com atividade dos cupins (Atividade térmica). Resultado do monitoramento.

Fonte: (MENON, 2010)



Figura 32 - Consumo superior a 50% do papelão com o produto bistrifluron. Isso significa o processo de erradicação dos cupins.

Fonte: (MENON, 2010)

3.3.2.5. Casa da Marquesa de Santos, Rio de Janeiro

Um exemplo bastante relevante é o caso do escaneamento tridimensional via laser scanner feito na edificação de valor histórico conhecida como Casa da Marquesa de Santos, situada na cidade do Rio de Janeiro. Segundo Siqueira (2017) essa casa foi construída por volta das primeiras décadas do século XIX e ao longo dos anos passou por algumas intervenções. Nos períodos de 1824 e 1827 a casa passou por readequações, adquirindo assim a um aspecto neoclássico. No período de 1971 até 1997 a casa passa por problemas estruturais em algumas partes, o que leva a interdição de uso e obras de restauração. Nos anos de 2010 a 2015 a casa passa por mais intervenções de restauração com vistas a se tornar o futuro Museu da Moda Brasileira. Na época em que foi feito o escaneamento, em março de 2016, a edificação encontrava-se desocupada e ainda com vários danos tanto estruturais como em suas partes de acabamento.



Figura 33 - Casa da Marquesa de Santos, Localizada em São Cristóvão, no Rio de Janeiro.

Fonte: Arquivo Retrô, 2016

É interessante observar que no histórico dessa edificação identifica-se uma sequência de intervenções ao longo de muitos anos. Em todo esse tempo é provável que parte da

originalidade tenha sido perdida no tempo. Ter um registro cronológico eficaz de todas as intervenções ao longo do uso de uma edificação histórica é algo difícil e complexo, dado que nem sempre existem recursos financeiros ou de pessoal para fazer isso. Além do fato de que a facilidade contemporânea de registrar imagens e até mesmo documentos textuais, não era algo comum no início do século XX. Assim é natural que parte dos registros possam ser perdidos ao longo do tempo, perdendo-se assim uma visão de como teria sido o uso original dessa edificação.

Nesse sentido as tecnologias contemporâneas podem ser uma ferramenta que ajudam a monitorar o estado do bem de valor cultural e podem auxiliar nos processos de preservação e restauração. Como afirma Siqueira (2017) o cadastro de edificações históricas é fundamental para ações de projeto e restauro, pois neste caso se tem registros minuciosos para entender o estado da edificação. Com isso é possível ter em mãos os requisitos para análise das necessidades e assim propor diversas ações de preservação da edificação, dentre elas a conservação preventiva e o monitoramento. Para esse registro podem ser utilizadas muitas ferramentas, dentre elas, levantamentos fotográficos, desenhos 2D e 3D, mapeamento de danos etc., entretanto o escaneamento 3D com laser é uma ferramenta moderna que amplia as possibilidades. É uma forma de gerar informações que podem auxiliar o monitoramento da edificação e assim levar os resultados de maneira rápida e colaborativa aos trabalhos de projetos e conservação preventiva e é sem dúvidas uma ação de monitoramento.

Como resultado do trabalho de escaneamento via laser Siqueira (2017) conclui que os resultados obtidos foram muito satisfatórios e levaram a várias possibilidades de registro e monitoramento da edificação. Abaixo mostra-se o resultado do escaneamento que é o modelo em 3D chamado de nuvem de pontos. Esse modelo digital contém em detalhes toda a edificação e baseado nele projetos e ações de conservação preventiva podem ser feitos.

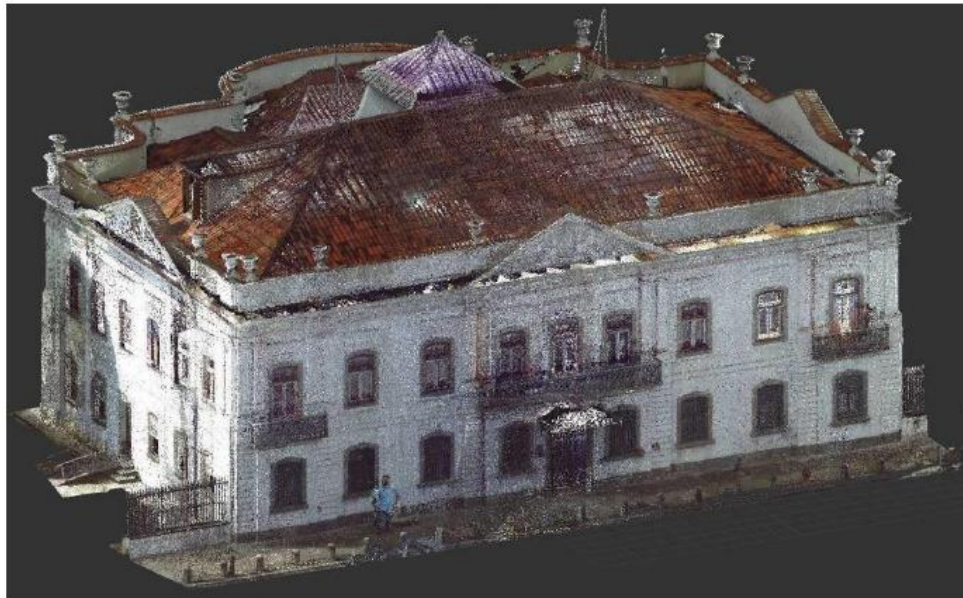


Figura 34 – Nuvem de pontos da Casa da Marquesa de Santos, fachada principal e lateral esquerda

Fonte: Retrô Projetos, 2016

3.3.2.6. Igreja de Nossa Senhora do Rosário dos Homens Pretos, Ceará

Segundo Pinto et al. (2019) a Igreja de Nossa Senhora do Rosário dos Homens Pretos, construída em 1770, é uma edificação de valor histórico que pertence ao conjunto urbano tombado em âmbito federal, da cidade de Aracati que fica no Estado do Ceará.



Figura 35 – Vista da Igreja Nossa Senhora do Rosário do Homens Pretos.

Fonte: (PINTO et al., 2019)

No sentido da preservação do patrimônio histórico, Pinto et al. (2019) comentam que utilizar de métodos contemporâneos de modelagem 3D de para edifícios significa promover um monitoramento que pode fornecer informações para ações de reparos de danos nessas edificações. A motivação para esse trabalho de modelagem foi usar a tecnologia para contribuir com as estratégias de entendimento e preservação das estruturas de edificações históricas. Assim foi feito um modelo 3D da referida igreja, com uso de uma técnica conhecida como Método dos Elementos Finitos (MEF)⁸ e com a utilização do software de análise estrutural. Esse processo resultou na possibilidade de analisar o efeito de vibrações ou movimentos oscilatórios sobre as estruturas da igreja sem a necessidade de intervenções danosas.

⁸ O método dos Elementos Finitos, mais conhecido por MEF ou FEM (Finite Element Method), originou-se da necessidade de resolver problemas complexos de análise estrutural. Em geral, o MEF consiste em discretizar estruturas complexas. Ou seja, dividir geometrias complexas em quantidades finitas de elementos geométricos simples, obtendo-se geometrias equivalentes tornando possível uma análise mais próxima possível da realidade. Fonte: www.jklengaero.com.br.

Obviamente que todo esse trabalho de simulação e modelagem é algo que precisa ser feito por especialista na área de engenharia civil. Entretanto é uma maneira muito interessante de se conhecer com grande precisão quais são as partes mais ou menos resistentes de uma edificação histórica. Fato extremamente relevante nessa abordagem é que se trata de método não invasivo, ou seja, não necessita de nenhuma intervenção física na edificação para a obtenção dos resultados.

Como afirmam Pinto et al. (2019) as formas de se construir a estrutura de uma edificação histórica difere bastante das contemporâneas. A análise estrutural de edificações históricas é um desafio para a engenharia, devido à complexidade geométrica e falta de informações sobre os materiais utilizados. Dessa maneira as ações de manutenção ou restauração das edificações históricas requerem um bom conhecimento sobre as características e comportamento de suas estruturas. Nesse sentido os métodos de modelagem 3D e simulações digitais de esforços estruturais, são uma ferramenta de monitoramento de grande valor para a conservação preventiva.

De acordo com Pinto et al. (2019) o trabalho foi baseado na técnica da macro modelagem. O modelo 3D digital da igreja foi construído no software AutoCAD, com medidas oriundas de levantamentos feitos pelo IPHAN. Em seguida o modelo 3D foi importado para o software Ansys 17.1, que gerou um modelo numérico em elementos finitos.

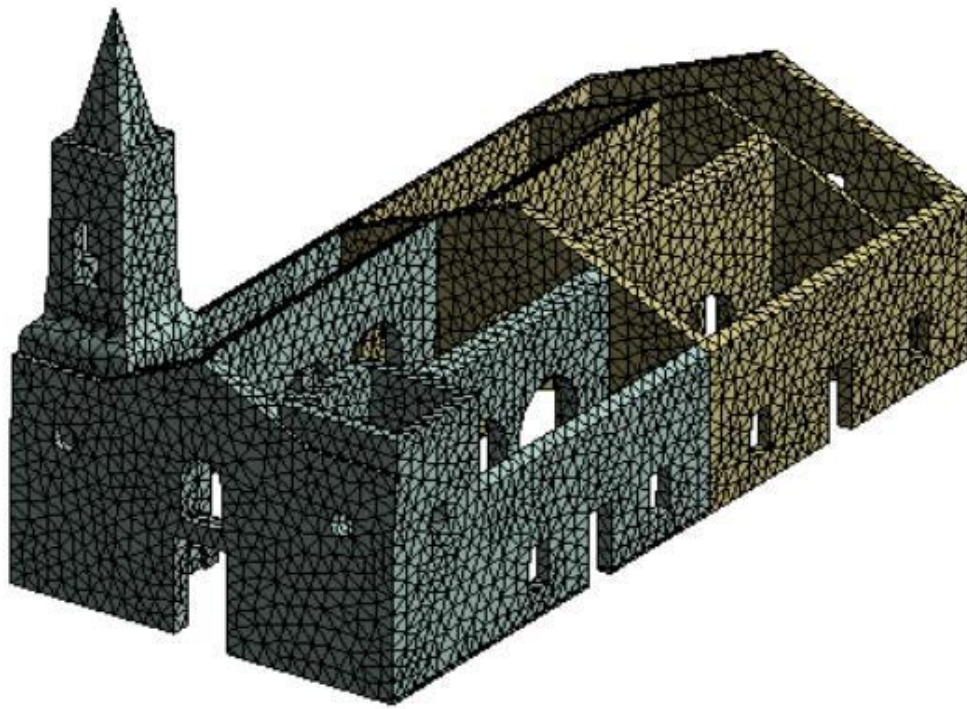


Figura 36 – Modelo numérico em malha de elementos finitos.

Fonte: (PINTO et al, 2019)

Com esse modelo numérico, o software simula esforços em toda a estrutura da edificação e assim são gerados resultados que informam como a estrutura se comporta frente a esses esforços. De uma forma geral Pinto et al. (2019) informam que as alvenarias centrais da edificação são muito solicitadas em termos de esforço e assim mais propícias ao surgimento de danos. No decorrer do artigo são informados os diversos esforços que atuam sobre toda a edificação.

Esse tipo de monitoramento deveria ser feito de forma periódica ao longo dos anos pois a edificação vai sofrendo a deterioração natural de seus materiais e está sujeita a variáveis de degradação que podem surgir no entorno da edificação. Os resultados desse tipo de análise estrutural também podem ser dados valiosos para obras de modernização e restauração que possam causar interferências na parte estrutural da edificação.

3.3.2.7. Casa da Flor, Rio de Janeiro

A Casa da Flor fica localizada em São Pedro da Aldeia, no estado do Rio de Janeiro e foi construída em 1912. Pelas características da casa, foi considerada uma edificação de valor patrimonial e, portanto, foi tombada pelo Inepac em 1987 e pelo Iphan em 2016. Segundo Junior, Coutinho e Arruda (2017) a casa foi decorada com visual bem personalizado, onde tudo foi feito por seu dono e construtor, Gabriel Joaquim dos Santos, que foi um trabalhador de salinas e descendente de escravos. Ao longo dos anos a casa recebeu ornamentos executados com cacos de cerâmica, pedaços de jarros, telhas, conchas e vários tipos de materiais de refugo. As fundações da casa foram feitas sobre um pequeno promontório em terreno íngreme e com paredes feitas em taipa de mão não aparelhada, com esteios em madeira roliça.



Figura 37 – Vista da Casa desde a testada do lote. Fonte: BARRETO JÚNIOR, 2017, p. 25.

Fonte: (JÚNIOR; COUTINHO; ARRUDA, 2017)

Junior; Coutinho e Arruda (2017) afirmam que devido as frágeis estruturas da casa, em 2010 foram identificadas severas trincas na edificação com indicativo de recalque no terreno. Como esse fato poderia levar a edificação ao colapso, em 2013, com acompanhamento do Iphan e do Inepac, foram feitas obras de restauração nas estruturas da casa. Especificamente foi feito um reforço estrutural. Nesse sentido identificou-se a necessidade de realizar o monitoramento

para saber se ao longo do tempo as estruturas da casa se manteriam estáveis com o reforço estrutural executado.



Figura 38 – Trinca vertical, no meio da parede Sudeste 2. Pode indicar possível separação desta ala em relação ao restante da casa e/ou abertura superior da estrutura do telhado.

Fonte: (JÚNIOR; COUTINHO; ARRUDA, 2017)



Figura 39 – Detalhe da mesma trinca, que se inicia junto ao telhado.

Fonte: (JÚNIOR; COUTINHO; ARRUDA, 2017)



Figura 40 – Trinca manifestada internamente, situada na quina de encontro entre as paredes Sudoeste 2 e Sul 2.

Fonte: (JÚNIOR; COUTINHO; ARRUDA, 2017)

O método específico utilizado no monitoramento da casa foi a modelagem por nuvem de pontos utilizando-se um equipamento de Laser Scanning Modelo C10 do Fabricante Leica. Com esse método consegue-se um modelo digital 3D com grande precisão podendo ter margem de erro da ordem de 3mm. O trabalho teve apoio de uma empresa especializada com profissional capacitado para a realização do serviço.

Por se tratar de uma edificação riquíssima em detalhes, o mapeamento ou modelagem digital proporciona uma precisão que não é possível se ser percebida pelo olho humano. Nesse sentido a ideia do monitoramento com nuvem de pontos é que seja repetido o processo em tempos determinados e assim a comparação entre cada novo levantamento com o anterior pode dar a visão bastante precisa se estariam existindo movimentos danosos nas fundações da edificação. Isso obviamente com base na observação da existência de trincas e estabilidade ou não dessas trincas. Junior; Coutinho e Arruda (2017, p.4) comentam que

[...] utilizar tal técnica como estratégia de monitoramento (e não puramente diagnóstico) termina por fornecer aos gestores do bem uma ferramenta

fundamental para que (1) seja evitada a degradação avançada e a necessidade de restauração, sendo a conservação o método mais adequado e mais barato de manutenção do bem cultural e (2) seja gerada uma base segura e tecnologicamente mais bem adaptada à tipologia da ornamentação da casa, cuja organicidade torna impossível sua reprodução em duas dimensões, tanto como registro de um dado momento, bem como enquanto referência a ser utilizada em projetos futuros.



Figura 41 – Equipamento sendo calibrado e nivelado para a primeira cena pelo técnico Kesyo Arruda. Fonte: Acervo Ivo Barreto, 2016.

Fonte: (JÚNIOR; COUTINHO; ARRUDA, 2017)

Como interessante contribuição para entender como acontece na prática o uso do Laser Scanning, Junior; Coutinho e Arruda (2017) apresentam em seu artigo os dois QR Codes abaixo, para visualização do equipamento em ação.



Figura 42 – QRCode8 para visualização de vídeo da execução da varredura em uma das cenas internas.

Fonte: (JÚNIOR; COUTINHO; ARRUDA, 2017)



Figura 43 – QR Code para visualização de vídeo da execução da varredura em alta resolução, em um dos ornamentos mais importantes da casa. Fonte: Acervo Ivo Barreto, 2016.

Fonte: (JÚNIOR; COUTINHO; ARRUDA, 2017)

Como resultado do trabalho chega-se à nuvem de pontos (conjunto de pontos dispostos em três dimensões) como pode ser visto na figura a seguir. Assim o trabalho seguinte é manipular os pontos da nuvem para que se tenha um desenho 2D, ou planta baixa, mostrando o real contorno de toda a edificação. Para isso Junior; Coutinho e Arruda (2017) afirmam que utilizaram o software Autocad 2016 da Autodesk para carregar os dados da nuvem de pontos, e assim obter o desenho 2D, como pode ser visto na figura 44.

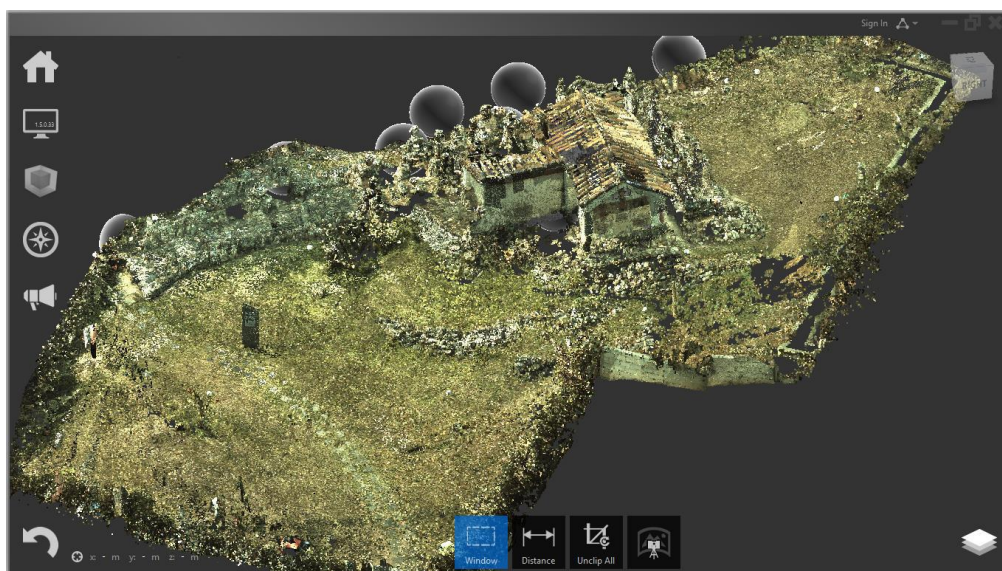


Figura 44 – Nuvem de pontos resultante do mapeamento. Fonte e manipulação: Ivo Barreto, 2016. Autoria da Nuvem de Pontos: BRTech 3D, 2016.

Fonte: (JÚNIOR; COUTINHO; ARRUDA, 2017)

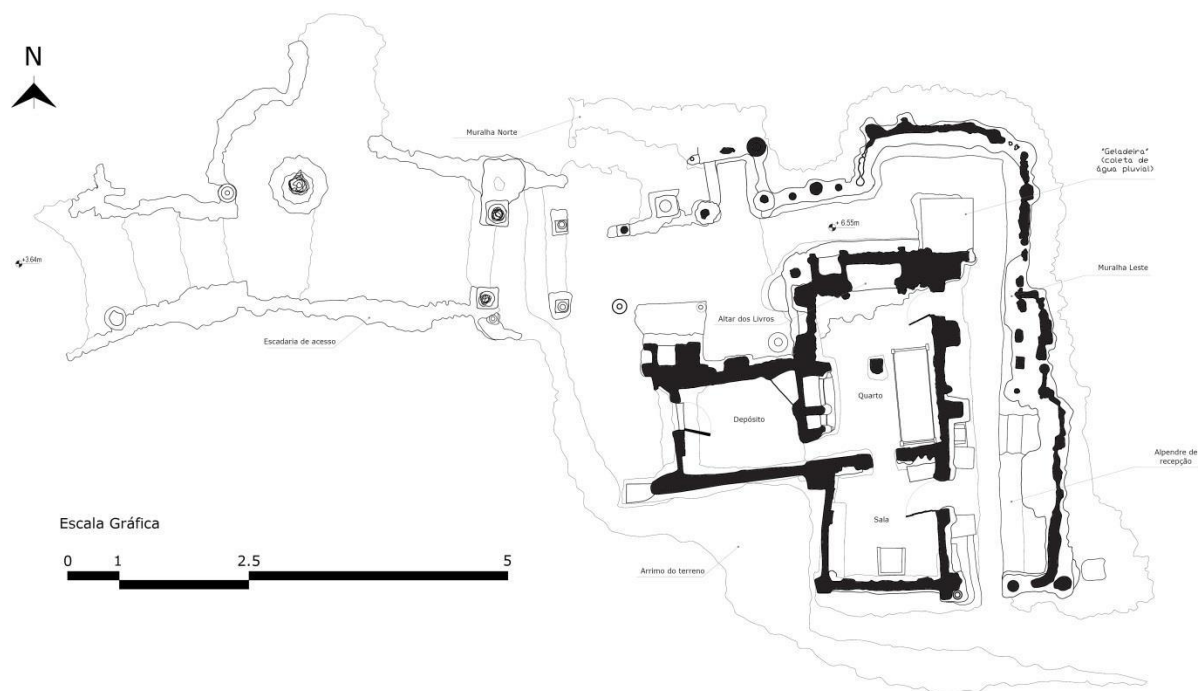


Figura 45 – Planta Baixa da Casa da Flor, incluindo muralhas e escadaria (acima da cota 3.65). Levantamento realizado com laser Scanning, possibilitando detalhamento real, compatível à complexidade da obra.

Fonte: (JÚNIOR; COUTINHO; ARRUDA, 2017)

É interessante observar que todo o desenho da edificação tem linhas de contorno que em sua maioria não são linhas retas. Observa-se também que a conformação dos ambientes da casa não forma nos ângulos de 90°. Essas características mais realistas do levantamento de uma edificação via laser Scanning não são facilmente obtidas via métodos manuais onde são feitas medições com trena e posterior confecção de desenho 2D em plataforma de desenho digital como o Software Autocad.

Dando continuidade ao entendimento do trabalho de modelagem 3D aqui apresentado, Junior; Coutinho e Arruda (2017) informam que a nuvem de pontos ainda precisa de mais um acréscimo de trabalho para que se tenha uma imagem 3D para visualização com grande qualidade de imagem. A nuvem de pontos é como se fosse um esqueleto que mostra como a edificação de fato é em termos de medidas, entretanto para visualização como imagem não tem grande resolução. Para finalizar o trabalho é necessário que se agregue a nuvem de pontos algo como uma pele. Para isso uma das ferramentas utilizadas é a fotogrametria digital. No caso do trabalho aqui apresentado, foi utilizada uma máquina fotográfica digital de alta resolução com lente de grande abertura. As posições, ou pontos de referência, considerados para imagens com

a máquina fotográfica foram os mesmos do equipamento de Laser Scanner. Com isso o efeito que se conseguiu foi a coloração da nuvem de pontos com a cor real de cada parte da casa. Com isso foi possível a obtenção de uma imagem 3D com medidas reais e com alta resolução para visualização. A figura 14 mostra um exemplo de uma imagem interna da casa depois do processo de nuvem de pontos e fotogrametria.

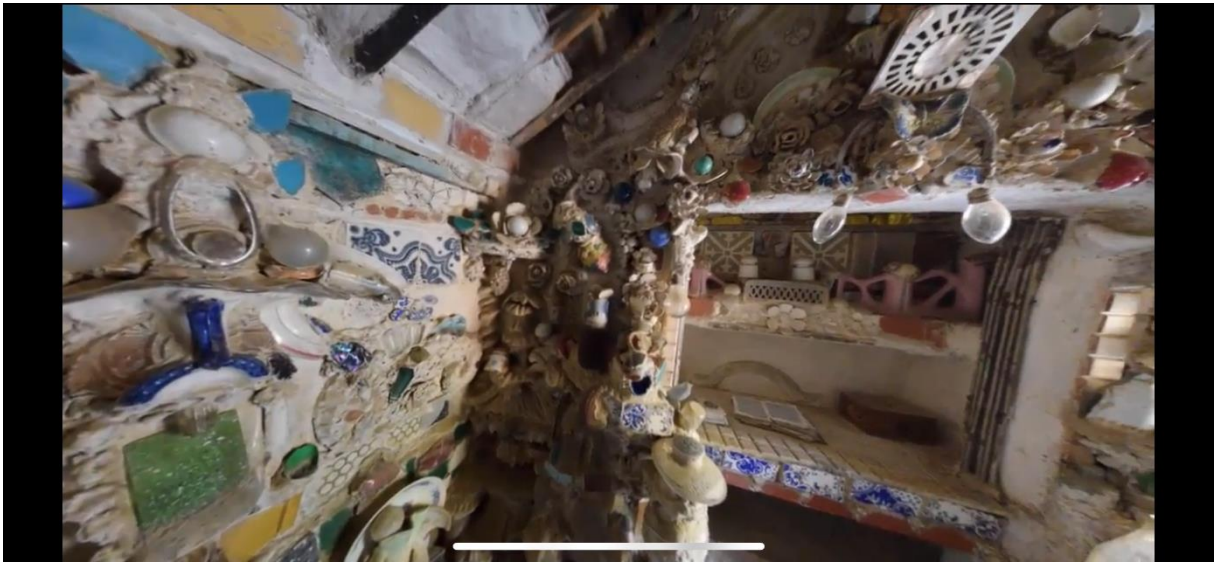


Figura 46 – Imagem do interior da Casa da Flor. Resultado da nuvem de pontos e fotogrametria obtido através de vídeo disponibilizado pelos autores.

Fonte: (JÚNIOR; COUTINHO; ARRUDA, 2017)

A imagem acima foi um print de tela obtido através de um vídeo disponibilizado por Júnior; Coutinho e Arruda (2017) no QRCode abaixo.



Figura 47 – QRCode de acesso para vídeo de percurso pela fotogrametria 360 graus, interna.

Fonte: (JÚNIOR; COUTINHO; ARRUDA, 2017)

Como conclusões finais desse trabalho, os autores tecem vários comentários bastante relevantes:

Como ferramenta de monitoramento, embora os ensaios realizados apontem para a comparação de modelos com grande potencial real, sua efetividade prática apenas poderá ser atestada no caso concreto, na medida em que se implante uma rotina piloto de mapeamento periódico e comparação de modelos, acumulando dados ao longo de pelo menos um ano – entre dois modelos –, para que, a partir destes dados comparativos, seja analisada a qualidade dos resultados práticos e sua capacidade de oferecer respostas objetivas às rotinas de conservação deste bem cultural”. (JÚNIOR; COUTINHO e ARRUDA,2017).

Como desdobramentos da proposta de usar a modelagem 3D como monitoramento, recebeu-se no presente a informação de que foram encontradas limitações técnicas e financeiras para fazer periódicas modelagens e compará-las. Esse processo requer o uso de softwares muito específicos e difíceis de usar e recursos de pessoal com a habilidade de trabalhar neles. Sendo assim, continua a proposta de monitoramento, mas ainda não foi possível realizá-la na prática. Entretanto a ideia não está descartada pois a tecnologia de modelagem 3D tem evoluído a cada ano e as perspectivas futuras são de que até smartphones possam fazer modelagem 3D em breve. Nesse sentido é muito provável que um dia a modelagem 3D seja algo semelhante a fazer uma filmagem e assim, usar a modelagem como monitoramento provavelmente será algo comum.

Como conclusão da pesquisa sobre o monitoramento de edificações históricas no Brasil e em outros países foi possível observar que existe uma grande tendência de crescimento nessa parte da conservação preventiva. Dá para perceber bem claramente a necessidade do abarcamento de outras áreas de conhecimento além da arquitetura. Isso devido a ao próprio estudo das variáveis que precisam ser monitoradas. Para se entender determinadas patologias, como por exemplo manchas, é necessário o conhecimento químico da mancha. Para acompanhar a evolução de uma rachadura com alta precisão é necessário o uso do equipamento correto e de profissionais especializados. Assim ao verificar dada variável de interesse para a conservação preventiva no sentido de medi-la, sem dúvida será necessário um profissional especializado. Com isso a interdisciplinaridade é uma realidade que cresce e viabiliza a ampliação das ações de conservação preventiva e monitoramento de bens culturais.

Com o que foi observado até aqui e no presente, é razoável pensar que aplicar o monitoramento no Brasil é algo que ainda não acontece de forma padronizada e comum. Algumas instituições como a, Fiocruz, tem se dedicado a isso em termos de capacitação e investimentos. Mas de forma geral ainda há muito a ser fazer. Alguns pesquisadores têm observado essa lacuna do monitoramento no Brasil assim como pode ser visto no seguinte comentário.

Por fim, cabe-nos notar que no contexto dos órgãos de preservação do Brasil, uma análise das rotinas instituídas demonstra com facilidade que o monitoramento tem sido uma operação negligenciada pela gestão. Não por falha ou desprezo do tema pelos seus técnicos ou até mesmo gestores, mas na maioria das vezes, é resultado da impossibilidade conjectural de fazê-lo: não há técnicos disponíveis, diante da insuficiência e desproporção profunda de equipe técnica e demandas (JÚNIOR; COUTINHO e ARRUDA ,2017).

4. Capítulo 3 – Ferramentas e Técnicas de Monitoramento

Nesse capítulo serão apresentadas ferramentas, técnicas e a identificação detalhada dos equipamentos de monitoramento viáveis para o contexto brasileiro. Serão também indicadas maneiras de como aplicar na prática o uso dos equipamentos e técnicas no levantamento de informações para os processos de conservação preventiva em edificações de valor histórico.

Monitorar é uma ação que requer bastante planejamento. É necessário o conhecimento sobre as variáveis que se quer monitorar. Um estudo detalhado das variáveis a serem monitoradas levará ao monitoramento eficaz. Segundo Escrig *et al.* (2007) é impossível eliminar todas as variáveis que causam degradação ao patrimônio, porém o conhecimento delas levará à compreensão sobre o que afeta negativamente os materiais que constituem uma edificação com valor histórico e definição de ações que contribuam para sua conservação.

As ações de conservação preventiva e o monitoramento representam economia financeira para uma nação e como exemplo disso, a nível internacional, Escrig *et al.* (2007) informam que nos EUA em 1998, os custos totais de manutenção, causados pela corrosão nas edificações com estrutura metálica, foi estimado em 3,1% do Produto Interno Bruto (PIB). Nesse sentido entender o processo de corrosão dos metais e suas causas, que podem ser naturais ou pela poluição, significa também economia financeira para um país. Nesse sentido pensar na pesquisa e desenvolvimento do monitoramento de edificações históricas no contexto brasileiro, representa sem dúvida investimento financeiro, e ao longo dos anos isto pode significar grande economia financeira para o país. O monitoramento leva a medição das variáveis de degradação e conseqüentemente esse fato ajuda a consolidar as ações de conservação preventiva. Ao final de tudo, evitam-se restaurações que poderiam custar milhões aos cofres públicos e se mantem o valor das edificações históricas reconhecidas pela sociedade.

Para organizar as informações sobre os parâmetros a serem monitorados optou-se por utilizar no presente trabalho a ferramenta dos dez agentes de deterioração. Essa ferramenta foi desenvolvida pelas instituições ICCROM e Canadian Conservation Institute, incorporada ao Método ABC de gestão de riscos para o patrimônio cultural e consiste em um estudo que aborda os 10 agentes principais que são responsáveis pela deterioração dos bens patrimoniais: forças físicas, incêndio, pragas, luz ultravioleta e infravermelho, umidade relativa inadequada, roubo e vandalismo, água, poluentes, temperatura inadequada e dissociação. A ideia é que se conheçam os agentes degradantes para assim se ter ações de conservação que inibam a degradação do patrimônio. Os agentes de deterioração fornecem informações que orientam a análise de riscos e se conformam em um estudo que consolidou os principais agentes causadores

de deterioração em bens culturais (CCI; ICCROM, 2016). Baseado nesses agentes de deterioração a ideia é que se encontrem equipamentos de monitoramento que possam medir ou detectar as respectivas variáveis envolvidas.

Como produto do presente trabalho serão apresentados maiores detalhes de cada agente de deterioração e os respectivos equipamentos de monitoramento que no contexto brasileiro podem ter um uso possível. Obviamente que as possibilidades de uso dos equipamentos têm uma ligação muito grande com o custo para a aquisição, além de questões relativas à manutenção e profissionais capacitados para utilização dos equipamentos.

4.1. Agentes de Deterioração e Equipamentos de Monitoramento

A partir desse tópico serão tecidos comentários sobre os 10 agentes de deterioração, os respectivos equipamentos de monitoramento cabíveis a cada agente e as técnicas de uso de cada equipamento. É importante ressaltar que o estudo sobre os agentes de deterioração é muito amplo e vai desde uma edificação até as coleções e bens integrados pertencentes a edificação. No presente trabalho o foco são os agentes impactantes para o edifício. Obviamente todo monitoramento em uma edificação estará de alguma forma atuando na proteção do que esta abriga.

No que se refere aos equipamentos existentes que possam atender as necessidades de monitoramento é interessante observar que no mercado existem muitos fabricantes e muitos equipamentos para o monitoramento. A maioria dos equipamentos encontrados não são de uso direcionado a conservação preventiva no âmbito do patrimônio histórico, mas sim para outros usos, principalmente nas áreas residencial, comercial e industrial. Cabe ao pesquisador da área de conservação preventiva, através de equipes interdisciplinares, usar a criatividade na associação das tecnologias e equipamentos encontrados, colocando foco nas necessidades da conservação preventiva.

Conseqüentemente quando se fala em monitoramento de variáveis de interesse na área de conservação de bens históricos, serão encontrados poucos equipamentos dedicados ao monitoramento. Assim se faz necessário uma pesquisa por equipamentos que tem usos para outras ações, principalmente dentro da construção civil, de forma que seja identificado dentro da conservação preventiva e monitoramento de edificações históricas, uso adaptável. Nesse caminho foram encontrados muitos equipamentos de monitoramento que podem ser perfeitamente utilizados dentro do recorte do presente trabalho que é o monitoramento de

edificações históricas no contexto brasileiro. Muitos dos equipamentos encontrados são importados e possuem revendedores autorizados no Brasil.

As informações técnicas sobre os equipamentos estudados foram organizadas no Apêndice 1 do presente trabalho. Para cada equipamento foi definida uma categoria de acordo com os recursos necessários para sua utilização. Admitir-se uma escala ou categorização para a aquisição dos equipamentos é um critério de grande importância pois ajudará a dar mais realidade e sustentabilidade ao processo de monitoramento. Cada instituição tem suas realidades orçamentárias e assim pode ser feita a categorização dos valores monetários dentro das classes aqui sugeridas. O importante é entender que existem equipamentos de baixo custo que podem dar resultados bastante satisfatórios, precisos e com ótima qualidade. À medida que uma maior precisão se torna necessária, certamente os custos serão maiores.

Quanto aos custos para aquisição, foi criada uma escala que categoriza os equipamentos pelo valor monetário associado a ele:

Classe A – Equipamentos de baixo custo

Classe B – Equipamentos de médio Custo

Classe C – Equipamentos de alto Custo

Classe D – Equipamentos via locação ou contratação de serviço

4.1.1. Forças físicas

Segundo a definição de forças físicas feita por Canadian Conservation Institute (2017), pode-se entender que o impacto delas tende a danificar objetos causando giros, deformação ou exercendo força e pressões sobre eles. Os danos resultantes de forças físicas podem ser observados como pequenas fissuras e estragos insignificantes ou podem acontecer destruições catastróficas como esmagamentos de materiais, desmoronamentos de estruturas ou até mesmo a destruição de um edifício. Os principais efeitos de tais forças são: impacto, choque, vibração, pressão e abrasão.

No caso do impacto, a força aplicada pode gerar no local afetado pequenas fissuras ou rachaduras que venham a tornar o local vulnerável e assim pode ser uma região onde maiores danos venham a acontecer frente a outros impactos. Por exemplo, o impacto de um objeto metálico sobre o estuque ornamental de uma edificação histórica pode causar na argamassa do estuque fissuras que levem ao descolamento da argamassa da parede, e com isso o elemento decorativo pode ser perdido. De uma forma geral o impacto mecânico de um material com determinada dureza sobre um outro material também com dureza determinada pode gerar algum dano.

Quando se define uma força física como choque, segundo Canadian Conservation Institute (2017) a referência é ao resultado de um impacto forte. Nesse caso considera-se que significativas deformações e danos podem ter atingido um objeto ou uma parte de uma edificação⁹.

No caso das vibrações o entendimento é de que acontece um movimento oscilatório em torno de um eixo ou um ponto fixo. Segundo Canadian Conservation Institute (2017) existem três tipos de vibração, são elas: vibrações livres, vibrações forçadas e vibrações aleatórias. As vibrações livres acontecem pela aplicação de energia a um elemento e quanto mais energia maior é a vibração, sendo que a frequência da vibração é sempre constante¹⁰.

Segundo Canadian Conservation Institute (2017) a pressão é uma força exercida sobre uma área definida de um determinado material. Pode ser resultado da gravidade ou da ação de colocar algum objeto sobre uma superfície. O resultado da pressão aplicada sobre uma superfície ou outro objeto pode ser a abrasão, tensões ou deformações que ao longo do tempo podem causar distorção e quebra dos materiais impactados pela pressão. Algo importante e simples para conservação preventiva e o monitoramento é saber a seguinte relação: $P = \frac{F}{A}$ (onde P – pressão, F – força e A – área). Assim da relação matemática pode-se entender que quanto maior for a área usada para aplicar a força, menor será a pressão aplicada. Nesse sentido, ao depositar um objeto sobre uma superfície o ideal é que a base, ou a área que irá apoiar sobre

⁹ Um choque tem sua intensidade medida pela unidade “g” que significa aceleração. O valor de 1g caracteriza a aceleração causada pela gravidade. A exemplo disso, se um objeto for submetido a um choque de 100g ele terá recebido uma força igual a 100 vezes o seu peso por um tempo entre 1 e 10 milissegundos (CCI, 2017).

¹⁰ As vibrações forçadas se caracterizam pelo movimento harmônico que conhecido como uma fonte de energia que se repete de forma idêntica em intervalos de tempo definidos. Já as vibrações aleatórias são as formas mais complexas de vibração pois são oriundas de fontes de energia diversas e portanto apresentam várias frequências de vibração diferentes e em intensidades diferentes. As grandezas que definem uma vibração são a frequência (variável definida como ciclos por segundo – unidade Hertz [Hz] e a amplitude (quantifica o deslocamento, aceleração ou velocidade).

a superfície seja a maior possível, pois assim a pressão exercida será pontualmente menor. A seguir mostra-se uma ilustração da pressão exercida sobre uma área. Como pode ser visto na figura abaixo, é bem difícil pregar a peça de boliche na parede pois a área do fundo é grande e assim a pressão exercida sobre a parede é pequena. Já no caso do prego, a área da ponta do prego é bem pequena, mínima, assim a pressão exercida sobre a parede é muito grande e o prego entra com facilidade.

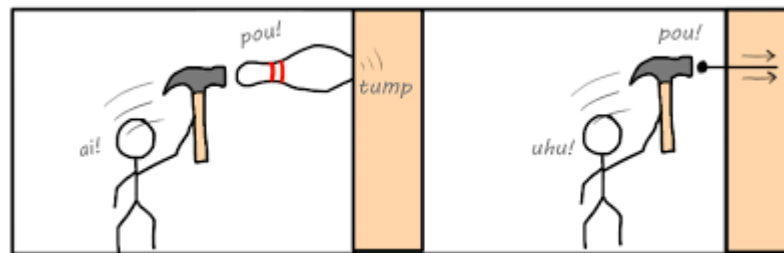


Figura 48 – O que é pressão?

Fonte: <https://pt.khanacademy.org/science/physics/fluids/density-and-pressure/a/pressure-article>

A **abrasão** é o resultado do movimento entre duas superfícies que se tocam. Os danos causados pela abrasão podem ser a longo ou curto prazo e podem variar dependendo da durabilidade, pressão aplicada e geometria das superfícies envolvidas (CCI, 2017).

Podem existir situações na conservação preventiva de edificações históricas onde seja necessário o conhecimento sobre a espessura de tintas sobre madeira ou material ferroso dentre outras superfícies. Pode-se aqui também pensar no caso da abrasão no sentido de se investigar a espessura de camada de algum material que tenha sido submetido a abrasão. Para isso existem equipamentos com Data Logger e software inteligente embarcado que permitem maior precisão nos resultados.



Figura 49 - MEDIDOR DE ESPESSURA DE CAMADA C/ DATALOGGER BASE FERROSA E NÃO FERROSA.

Fonte: <https://instrutemp.com.br/produto/itmc200-l-medidor-de-espessura-de-camada-c-datalogger-base-ferrosa-e-nao-ferrosa/>

Esse equipamento tem alta precisão e inteligência embarcada e é indicado para o uso na medição precisa de espessura de revestimentos em diversos materiais. Além de indicar a espessura, identifica automaticamente o material de base, tais como metais magnéticos e metais não magnéticos. Pode ser utilizado também para medir revestimentos ou chapeados como pintura não magnética, cerâmica, esmalte, plástico, revestimento de borracha em materiais base magnéticos como ferro e aço, chapeamento de metais não ferrosos como níquel e cromo, pintura não condutora, dentre muitas outras medições.

Como pode ser visto até aqui as forças físicas aplicadas a um objeto ou a uma edificação podem causar compressão, rasgos, rachaduras, lascas, amassados, perfuração, arranhões e abrasão. Nesse sentido podemos considerar que no caso de alguns desses efeitos é possível ter um equipamento que possa monitorar o dano causado pela força física a fim de que os resultados do monitoramento sejam dados para as ações de conservação preventiva. Na pesquisa por equipamentos de monitoramento foi possível encontrar equipamentos para o monitoramento de rachaduras e danos causados por abrasão.

No caso das rachaduras ou fissuras existem equipamentos eletrônicos e mecânicos. A vantagem dos equipamentos eletrônicos é a possibilidade de obtenção de dados em tempo real e a opção de monitoramento remoto deles. Já no caso dos equipamentos mecânicos é necessário a observação e fotografia periódicas para acompanhar a evolução do dano.

O Medidor mecânico Triortogonal foi projetado para a medição de fissuras em três eixos. Dependendo da situação em que se encontra uma fissura, pode ser necessário que se analise a evolução do dano em vários eixos diferentes. Por exemplo, uma fissura no piso de um terraço pode ter movimento horizontal, ou seja, afastamento da estrutura por algum tipo de dilatação. Mas pode estar havendo também acomodação de fundações, o que resultaria no afastamento vertical entre as partes da fissura.



Figura 50 - Medidor de fissuras triortogonal.

Fonte: <http://www.enciardiobrasil.com.br/solucao/2/60/medidor-triortogonal>

Pode ser adaptado a esse medidor um relógio comparador e assim as medidas de deslocamento são facilmente observadas. O tipo de medição desse equipamento é mecânico e, portanto, não tem sistema eletrônico que possa proporcionar a medição em tempo real e a distância. Na figura abaixo mostra-se um exemplo de como são instalados os medidores.

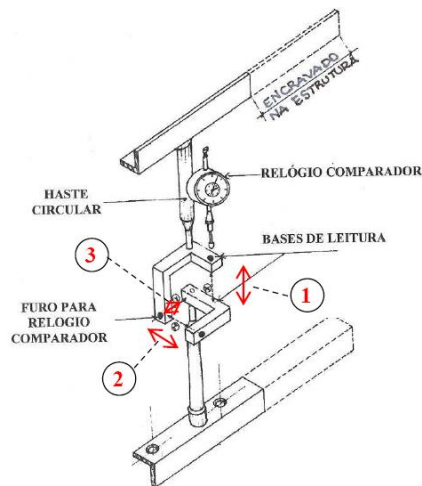


Figura 51 - Medidor triortogonal de junta.

Fonte: Veloso et al. (2007)

Indicado para o monitoramento de fissuras grandes e requer uma fixação um pouco invasiva pois é necessário que seja fixado através de furos no local que se quer monitorar. Sendo assim, no caso de locais onde existem ornamentos especiais, como o caso de estuque, talvez não seja adequado. Entretanto para locais com poucos requisitos ornamentais possa ser uma boa opção. A foto abaixo é um exemplo de um local onde poderia ser feito o monitoramento com um medidor triortogonal. Uma fissura como essa, por se localizar na direção de um dos vértices da edificação, pode apresentar movimentos em mais de um eixo.



Figura 52 - Fissura no piso de uma edificação histórica.

Fonte: Fiocruz/COC/DPH

Embora esse medidor de deslocamento seja mecânico é possível instalar sensores eletrônicos e assim proporcionar o monitoramento em tempo real e remoto. A seguir mostra-

se a opção de um desses sensores eletrônicos, também conhecidos como transdutor de deslocamento.



Figura 53 - Transdutor de Deslocamento Linear.

Fonte: <http://www.enciardiobrasil.com.br/solucao/2/61/transdutor-de-deslocamento-linear-modelo-edc-vxx>

Esse sensor ou transdutor de deslocamento linear é composto por um sistema que transforma o deslocamento mecânico em um sinal elétrico. Ele pode ser instalado em diferentes instrumentos, tais como medidores de junta uniaxiais, medidores de junta triaxiais, medidores de trincas e outros equipamentos de monitoramento de deslocamentos estruturais. Também permite a ligação com outros equipamentos eletrônicos que vão fazer a leitura e estruturação das informações de movimentação da fissura que está sendo monitorada. Com esses dados estruturados é possível a disponibilização dessas informações para monitoramento remoto e inclusive via internet.

O Medidor mecânico de Fissura possui dois elementos que são fixados um de cada lado da fissura. Através de um paquímetro digital pode-se registrar a movimentação da fissura. A instalação desse medidor requer dois furos para fixação e, portanto, para lugares com maiores requisitos ornamentais pode haver restrições ao uso. A grande vantagem desse equipamento é a simplicidade de instalação. Assim para um local onde se quer rapidamente fazer uma inicial pesquisa sobre a evolução da fissura sem maiores requisitos técnicos de instalação, é o equipamento adequado. Obviamente que será necessário um critério de tempos intervalados de medição para acompanhar a evolução do dano. Para o registro dos dados aconselha-se uma simples planilha onde se registra o dia, hora e valor medido. Com esses números, em um tempo dado de monitoramento será possível registrar a evolução do dano. A precisão dos valores medidos será dada pela precisão do paquímetro utilizado. A figura abaixo mostra como medir a fissura e a instalação do medidor.



Figura 54 - Medidor mecânico de fissura.

Fonte: https://www.encardio.com/uploads/products/EDJ-40C_EDJ-40C2_EDJ-41M_Mechanical%20Crack_Meter.pdf

Indicado para medir fissuras e juntas, o Medidor elétrico de Fissura com transdutor permite o monitoramento em tempo real da evolução do dano. Esse medidor pode ser ligado a equipamentos eletrônicos que fazem a leitura e consolidação dos dados para que sejam observados localmente ou remotamente via rede de computadores ou internet. A imagem a seguir mostra o exemplo de como fica a instalação desse equipamento. Para a instalação do equipamento é necessário que sejam feitos dois furos e assim seu uso em locais com ornamentos ou materiais nobres de acabamento pode não ser indicado.



Figura 55 - Medidor de fissura - sinal elétrico.

Fonte: <http://www.enciadiobrasil.com.br/solucao/1/85/medidor-de-fissura-modelo-edj-40v>

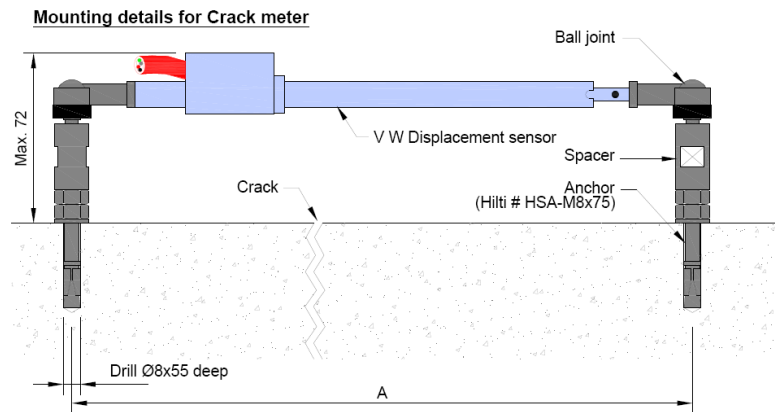


Figura 56 - Modelo de instalação para o medidor de fissura.

Fonte: https://www.encardio.com/uploads/products/EDJ-40V_%20VW%20Crack%20meter.pdf



Figura 57 - Medidor uniaxial de trinca.

Fonte: <http://www.encardiobrasil.com.br/solucao/2/63/medidor-de-fissura-modelo-edj-40c>

Indicado para medir a evolução de trincas de uma superfície em um único sentido, o Medidor mecânico uniaxial de trinca requer monitoramento visual via anotação das variações ou com fotos periódicas. Recomenda-se a anotação dos dados em uma planilha registrando-se o dia, hora e valor da medida. Com essas informações pode-se criar um gráfico e assim ao longo de um tempo determinado pode-se ver a evolução do dano. As vantagens desse equipamento são o baixo custo e a simplicidade da instalação. Como esse equipamento registra o deslocamento da fissura baseado em uma linha que se desloca sobre uma escala, não existe a necessidade de uma fixação necessariamente feita através de perfurações na estrutura. Podem

ser utilizados adesivos ou outras soluções para cada caso. Nesse sentido trata-se de um equipamento menos invasivo e, portanto, mais indicado para locais onde existem acabamentos mais nobres como estuques, cimalhas decoradas, azulejos, pastilhas cerâmicas etc.

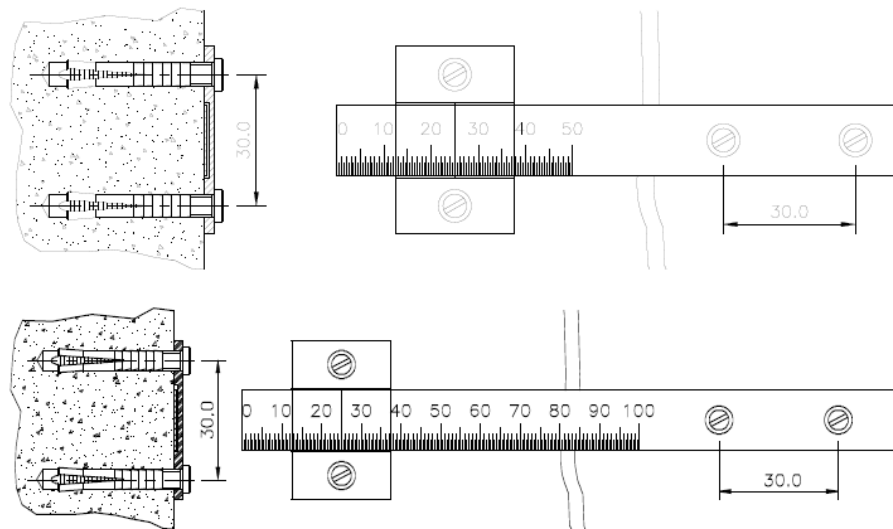


Figura 58 - Exemplo de instalação do medidor de trinca.

Fonte: https://www.encardio.com/uploads/products/EDJ-40C_EDJ-40C2_EDJ-41M_Mechanical%20Crack_Meter.pdf

O Medidor mecânico biaxial de trinca trabalha medindo as variações em dois eixos. Esse equipamento é indicado para monitorar trincas que possam estar tendo evolução na horizontal e em direções diferentes. O medidor contém uma escala graduada onde se verificam as medidas da evolução da trinca. Assim como o anterior apresentado, pode ser indicado para o monitoramento em locais com materiais nobres de acabamento por permitir instalação menos invasiva. A anotação dos dados pode ser feita em uma planilha assim como comentado no equipamento anterior.

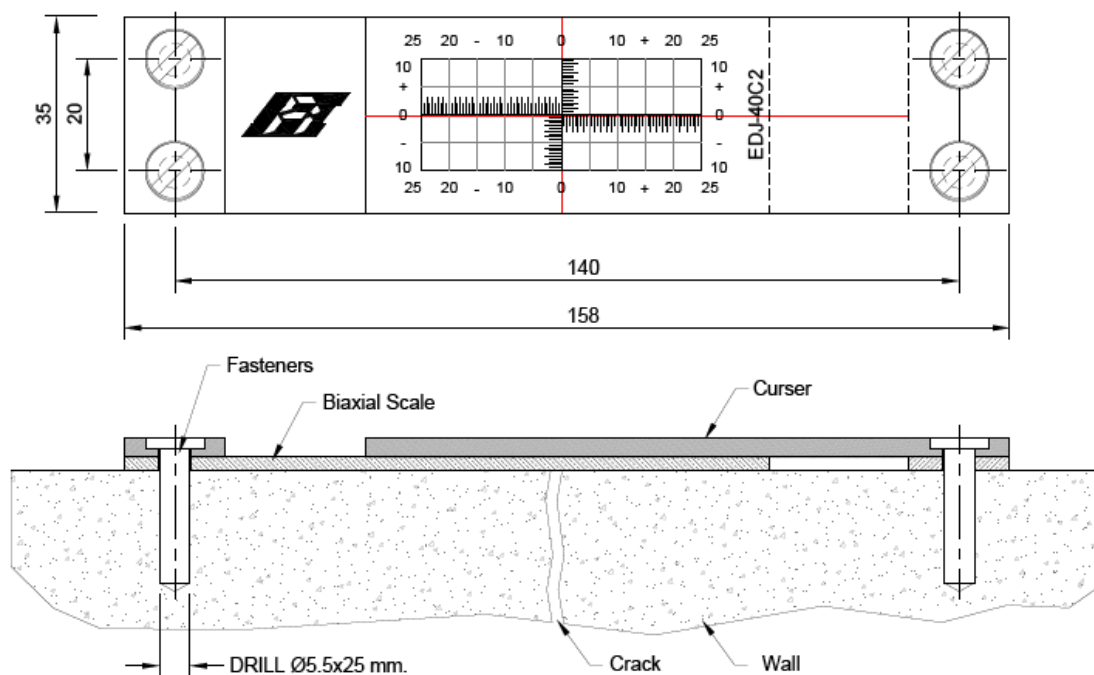


Figura 59 - Exemplo de instalação do medidor biaxial.

Fonte: https://www.encardio.com/uploads/products/EDJ-40C_EDJ-40C2_EDJ-41M_Mechanical%20Crack_Meter.pdf

A vibração é uma força física que pode causar sérios danos em diversas partes de uma edificação histórica. As vibrações podem levar os materiais a fadiga causando fissuras e até mesmo o rompimento ou deslocamento de estruturas e fundações de uma edificação. Um exemplo disso é a movimentação das fundações de edificações centenárias causada pela passagem de veículos pesados próximo a edificação. Isso pode causar movimentos de terra que afetam a estabilidade das fundações da edificação. Monitorar as vibrações é uma ação que pode prevenir muitos problemas e danos a um edifício histórico.

O iVIBE é um monitor remoto para ruído, vibração e informações ambientais que envia os sinais pela internet. Envia registro de dados e alarmes automáticos via e-mail, mensagem de texto ou sistemas de sirenes/luzes.



Figura 60 - Monitor de Ruído e Vibração.

Fonte: <https://turnkeyinstrumentsbrasil.com/produtos/monitoramento-ambiental/ivibeseismic/>

Esse sistema pode ser conectado a um servidor em nuvem para o monitoramento e controle integrados de ruído, vibração, meteorologia e qualidade do ar. Visualização on-line e evolução histórica e outras leituras podem ser disponibilizados em um computador, smartphone ou tablet, em qualquer lugar, a qualquer hora.

A instalação desse equipamento não necessita de métodos invasivos. Sendo assim é um equipamento indicado para o monitoramento em qualquer local de uma edificação histórica.

Esse tipo de equipamento é adequado principalmente para o estudo da vibração nas edificações históricas. Estabelecendo-se um tempo de monitoramento, poderão ser conhecidos os momentos e as intensidades das vibrações sofridas, por exemplo, pelas fundações da edificação. Esses dados são a base para análises estruturais que podem ser feitas por engenheiros especializados em estruturas. Assim, podem ser feitas ações de conservação preventiva, como por exemplo, a mudança de rota de veículos pesados que antes passavam no redor de uma edificação histórica, visto que tais veículos causavam vibrações nocivas as fundações da edificação.

A abrasão é uma força física que pode causar danos superficiais aos materiais ou até mesmo danos profundos na estrutura do material e depende da intensidade ou pressão com que acontece. Em uma edificação histórica situações em que a abrasão pode ser encontrada são inúmeras. Por exemplo, áreas com o uso de estoque de materiais de obras temporárias, locais destinados a estoque de materiais para limpeza da edificação, móveis que podem ser fixados

sobre paredes com azulejos ou outros materiais nobres, o peso dos mobiliários sobre o piso etc. Como a abrasão resulta do deslocamento de um material sobre o outro, uma forma de se monitorar os danos causados pode ser a observação da superfície afetada com um microscópio a fim de que se observe qual o nível de dano que o material está recebendo. Existem no mercado microscópios eletrônicos portáteis que podem chegar à ampliação em torno de 400x e assim são adequados ao monitoramento que se propõe aqui. A seguir serão mostrados alguns modelos e acessórios.



Figura 61 - Microscópio eletrônico portátil.

Fonte: <https://dinolite.com.br/produto/am7515mzil/>

O microscópio eletrônico pode ser utilizado para observar patologias tais como pequenas fissuras ou trincas em elementos decorativos. Auxilia na identificação de microrganismos em superfícies e quaisquer tipos de danos que não podem ser observados a olho nu. Possui ampliação automática da imagem e resolução suficiente para quaisquer trabalhos de monitoramento em qualquer tipo de superfície. As imagens podem ser transmitidas por conexão sem fio via WIFI, proporcionando assim a visualização das imagens em celulares e tablets. A conectividade digital desse microscópio permite a sua utilização em sistemas remotos como por exemplo a transmissão das imagens via compartilhamento de tela em softwares e aplicativos de reunião online ou até em sistemas de transmissão ao vivo via internet. Existem vários modelos com diversas opções de ampliação da imagem. Fato bastante relevante é que esse microscópio e toda a linha de acessórios são totalmente portáteis e de pequena dimensão, o que permite seu transporte e uso tanto em laboratório como no campo.



Figura 62 - Adaptador WIFI.

Fonte: <https://dinolite.com.br/produto/wf-10/>

Esse é um acessório para ser utilizado com o microscópio eletrônico portátil anteriormente apresentado. Trata-se de um adaptador de WIFI no qual se liga o microscópio e assim é possível transmitir as imagens de maneira sem fio por uma rede WIFI criada por esse adaptador. Dessa maneira com um computador, celular ou tablet, conecta-se a rede WIFI criada e as imagens ficam disponibilizadas para esses equipamentos. É relevante observar que essa possibilidade amplia em muito o uso do microscópio, visto que através de computadores ou dispositivos móveis as imagens podem ser disponibilizadas via internet de diversas formas. Isso dá por exemplo, acesso a soluções de colaboração online para trabalhos de consultoria ou até mesmo apresentação de resultados a distância para trabalho em equipe, o que é uma tendência para o futuro da conservação preventiva e monitoramento.

4.1.2. Fogo

O incêndio é o maior risco que existe para uma edificação histórica. Perante o fogo a perda pode ser parcial ou total. Obviamente que em primeiro lugar vem a vida dos usuários dos edifícios que precisam ser preservadas e protegidas. Assim frente a esse agente é preciso que se tenha o máximo de prevenção. O custo da prevenção ao incêndio pode ser bem alto, entretanto o custo da não prevenção pode ser ainda maior com a perda de vidas humanas, e toda uma edificação histórica com seus acervos.

Inúmeras podem ser as fontes de ignição de um incêndio. Nesse sentido é preciso entender quais dessas fontes podem ser de interesse dentro do objetivo do presente trabalho que é o monitoramento. Dentre as muitas fontes de ignição de um incêndio, pode-se citar: cabos elétricos, painéis elétricos, equipamentos elétricos e sistemas de ar-condicionado e aquecimento

com mau funcionamento. Nesse sentido é possível entender que as instalações elétricas são uma fonte de incêndio que pode ser monitorada. Partindo do entendimento de que uma instalação elétrica foi feita dentro das normas pertinentes e executada por profissionais qualificados, as principais causas que podem então levar uma instalação elétrica a gerar um incêndio são a falta de manutenção, um defeito ou um acidente. Nesse caso para problemas de manutenção ou defeitos, é possível agir preventivamente através do monitoramento. Vale aqui também ressaltar que podem existir instalações elétricas feitas fora das normas e por pessoas não capacitadas. Nesse caso o monitoramento das instalações elétricas também poderá ser eficaz na prevenção.

Do ponto de vista da edificação como um todo o melhor a se fazer para a prevenção a incêndios é a instalação de sistemas de combate e detecção a incêndio. No caso de edificações históricas existem muitas limitações quanto a instalação de tais sistemas pois em alguns casos se faz necessário a instalação de tubulações e equipamentos que requerem demasiada invasividade. Entretanto existem no mercado sistemas de detecção para incêndio que não impactam tanto, como o caso dos sistemas sem fio para controle e detecção de incêndio.

Com base nesse entendimento de que é relevante o monitoramento das instalações elétricas e de que sistemas de controle e detecção a incêndio sem fio são medidas de prevenção a incêndio possíveis e interessantes para edificações históricas, a seguir serão abordados alguns equipamentos que podem fazer o monitoramento para essas situações.

O princípio básico para o monitoramento de painéis elétricos é a relação entre o aumento da corrente elétrica que causa aumento da temperatura e consequentes variações da umidade relativa no interior do painel.

Quanto a questão do aumento da temperatura no interior dos painéis elétricos é uma filosofia de monitoramento que pode proporcionar o entendimento ou uma analogia ao aumento de consumo de energia elétrica. Isso pode ser entendido no sentido de que defeitos nas instalações elétricas ou até mesmo usos não autorizados de equipamentos elétricos causam maior aquecimento dos cabos e componentes elétricos existentes no interior de um painel elétrico.

No caso de defeitos dentro dos painéis elétricos, as origens deles geralmente vêm de mau contato que proporciona o superaquecimento no local onde ocorre. Pode vir também de defeitos em componentes internos do painel. Quando isso acontece naturalmente a temperatura

interna do painel irá aumentar. Assim o monitoramento constante da temperatura de um painel elétrico poderá, ao longo do tempo, mostrar ou revelar anomalias no funcionamento dele.

Um monitoramento constante da temperatura interna de um painel elétrico poderá dar uma referência da temperatura média característica desse painel. Sugestiona-se que para um monitoramento inicial, seja considerado um período de um ano a contar do mês de janeiro. Isso pois nesse tempo o painel elétrico será submetido a todas as variações climáticas, tais como primavera, verão, outono e inverno. Vale ressaltar que as temperaturas externas oriundas das estações do ano terão influência na temperatura interna de dado painel elétrico.

Nesse sentido, depois do período de um ano de monitoramento, qualquer temperatura acima da média poderá ser um indício de problemas e assim indicaria a necessidade de uma vistoria técnica no painel elétrico. Pode ser também que um aumento da temperatura além da média considerada, poderá indicar aumento no consumo de energia elétrica oriundo do aumento de usuários na edificação ou uso de equipamentos elétricos não conhecidos ou não autorizados.

A figura a seguir mostra a imagem térmica feita com câmera termográfica de um painel elétrico. Como pode ser observado existe uma coloração vermelha grande apenas em uma parte do painel. Isso é o resultado do aquecimento anormal na região. Pode ter como origem um alto consumo de corrente elétrica ou pode ser um defeito causado por mau contato e umidade dentro do painel.

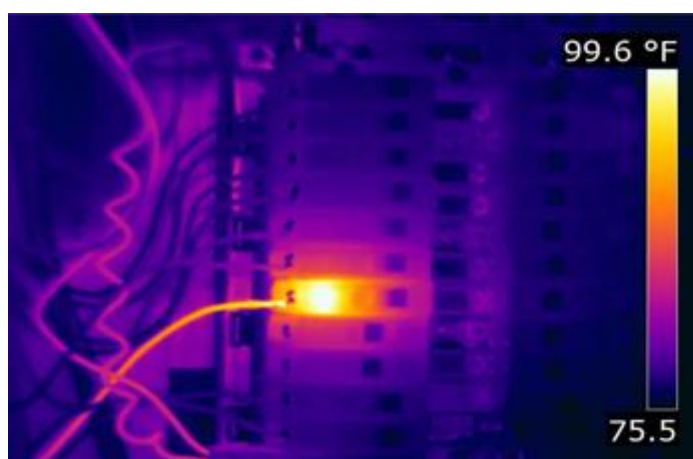


Figura 63 - Imagem feita com câmera termográfica. indício de defeito ou alto consumo de corrente elétrica.

Fonte: <http://www.multitecmed.com.br/site/termografia.php>

É natural que cabos elétricos e componentes internos de um painel elétrico apresentem algum nível de aquecimento previsto dentro das especificações técnicas. Entretanto o uso de uma instalação elétrica tende a ser previsível pois uma edificação tem a sua demanda de uso. Isso pode ser caracterizado pelo conhecimento do número de pessoas que utilizam a edificação e pelo conhecimento da quantidade de equipamentos elétricos e as devidas potências elétricas dos equipamentos utilizados na edificação. Nesse sentido o uso cotidiano de uma edificação será proporcional a uma dada temperatura média interna de um painel elétrico. Assim qualquer aumento além da temperatura média interna de um painel elétrico poderá, caso não seja identificado algum defeito, indicar aumento de uso das instalações elétricas.

Além do aumento da temperatura interna de um painel elétrico é relevante também monitorar a umidade relativa do ar. Valores elevados de umidade relativa, mesmo a temperaturas aceitáveis, podem representar danos aos componentes elétricos internos de um painel elétrico devido a umidade que pode ficar sobre os componentes elétricos (que em sua maioria são de cobre). Isso pode levar a situações de mau contato e que levará a um aumento da temperatura interna do painel elétrico. Dessa forma monitorar a temperatura e a umidade relativa dentro de um painel elétrico são medidas de conservação preventiva que podem representar mitigação de riscos de incêndio e contribuem para manter as instalações com perfeito funcionamento.

Dentre alguns equipamentos existentes para o monitoramento de painéis elétricos existem três principais que são as câmeras termográficas, os monitores de grandezas elétricas e os monitores de temperatura e umidade relativa. A seguir serão apresentados esses equipamentos de monitoramento.

A câmera termográfica é um equipamento para uso profissional que, em alguns casos, pode possuir conexão a redes WIFI e isso permite o compartilhamento das imagens térmicas captadas. É um equipamento que tem ótima portabilidade cabendo no bolso e sendo bem leve. Nesse sentido pode ser um equipamento bastante útil para o uso diário nos trabalhos de monitoramento nos momentos em que se quer um resultado sem grande precisão, mas de maneira rápida. Permite também a criação de pequenos relatórios no próprio equipamento o que facilita as ações de vistoria. Existem ainda modelos que podem ser acoplados a dispositivos móveis (celulares). Vale observar que existem câmeras termográficas de diversos custos e capacidade de resolução de imagem e essa aqui apresentada é uma câmera termográfica de menor custo, o que pode representar uma boa opção para o uso diário.



Figura 64 - Câmera termográfica.

Fonte: <https://instrutemp.com.br/produto/flir-c3-camera-termografica-de-bolso-wifi-10c-a-150c/>

Um painel elétrico pode apresentar defeitos com potencial efeito para o surgimento de um incêndio. O Monitor e medidor de energia elétrica tem a função de dar inúmeras informações sobre o estado da energia elétrica em um painel elétrico. Equipamentos desse tipo possuem Data Logger e possibilidade de conexão remota para monitoramento. Através do monitoramento que ele permite é possível saber se energia elétrica está dentro dos parâmetros normais suportados por dado painel elétrico. Assim, o uso do monitoramento da energia elétrica constitui-se em uma medida de prevenção a incêndio. A instalação desse equipamento se faz na porta do painel elétrico e assim não existe nenhuma instalação danosa para as edificações históricas.



Figura 65 - MEDIDOR E MONITOR DE ENERGIA ELÉTRICA.

Fonte: <https://fullgauge.com.br/produto-pwr-3200-plus>

Outro equipamento que pode ser utilizado para monitorar a temperatura e umidade relativa no interior de um painel elétrico é o Controlador e monitor de temperatura e umidade. Além do monitoramento é possível fazer o controle de algum equipamento, como por exemplo, o desligamento automático do painel elétrico em caso de temperaturas consideradas extremamente perigosas e que poderiam levar a um incêndio. O equipamento também permite o acionamento de alarmes e envio de sinais de alarme por e-mail ou SMS para dispositivos móveis. Esse equipamento pode enviar informações via rede local ou pela internet, proporcionando assim a consolidação dos dados monitorados remotamente.



Figura 66 - Controlador e monitor de temperatura e umidade.

Fonte: <https://fullgauge.com.br/produto-mt-530e--super>

A interligação entre os equipamentos de monitoramento sempre requer a passagem de muitos cabos elétricos, cabos de rede e eletrodutos para proteger esses cabos. Isso não é algo bom para edificações históricas pois a passagem de instalações pode afetar o visual e as vezes a estrutura da edificação. Nesse sentido é sempre mais apropriado o uso de tecnologias sem fio para a comunicação entre os equipamentos. O adaptador Wifi pode formar uma rede sem fio entre todos os equipamentos e assim minimiza, ou leva a quase zero a necessidade de passagem de cabos. Portanto as tecnologias sem fio como essa são grandes aliados para a conservação preventiva e o monitoramento nas edificações históricas. Atualmente existem muitos fabricantes que fornecem equipamentos com as tecnologias de rede sem fio WIFI o que dá muitas opções na escolha do equipamento certo para o monitoramento desejado.



Figura 67 - Equipamento para comunicação sem fio via WIFI.

Fonte: <https://fullgauge.com.br/produto-tcp-485-wifi-log>

4.1.2.1. Sistemas de detecção a incêndio

De forma geral a instalação de sistemas de combate e detecção a incêndio representam grande impacto invasivo para uma edificação. São necessárias muitas tubulações e perfurações em estruturas para que todo o sistema seja instalado. Nesse sentido quando se pensa em uma edificação de valor cultural fica bem difícil adaptar estas instalações altamente invasivas. Entretanto contemporaneamente tem surgido no mercado novas tecnologias que passam a ser grandes aliadas as instalações nas edificações históricas. Trata-se dos sistemas de detecção a incêndio sem fio, detecção via aspiração de ar e combate via gás inerte. É relevante informar que esses sistemas possuem grande interatividade com as tecnologias remotas via rede de dados interna ou pela internet, com objetivos de monitoramento e controle.

Os sistemas de detecção sem fio minimizam muito as necessidades de cabos elétricos na instalação. Basicamente o sistema funciona com os seguintes componentes:

- Detectores de fumaça sem fio e energizados por baterias;
- botões para acionamento manual do alarme também sem fio e energizados por bateria;
- aparelhos de WIFI repetidores com alarme sonoro e visual que tem a função de se conectar aos detectores de fumaça e botões de acionamento sem fio que podem ser instalados por grandes distancias e em grandes quantidades. Esse repetidor precisa de alimentação elétrica;
- central controladora de todo o sistema sem fio que precisa de alimentação elétrica.

Como pode ser visto em uma simples descrição do sistema dá para perceber que uma edificação histórica com esses equipamentos teria a mínima intervenção e uma prevenção a incêndio de alta qualidade. Seria interessante que um sistema como esse fosse o padrão para edificações de valor cultural. Isso pode ser uma perspectiva para o futuro.

O equipamento de sucção de ar se resume a tubulações de diâmetro bem pequeno que circundam parte do ambiente a ser protegido. Esse equipamento afere grande sensibilidade na detecção a incêndio e proporciona mínima intervenção. Portanto tem ótima adequação a locais onde existem grandes requisitos de ornamentações que não podem ser impactados por perfurações excessivas. A figura a seguir mostra como é o sistema de sucção ou aspiração. No caso de edificações de valor cultural, os tubos de aspiração podem ser instalados de forma aparente.



Figura 68 - DETECÇÃO POR ASPIRAÇÃO - VESDA.

Fonte: <https://www.projeseengenharia.com.br/post/deteccao-por-aspiracao-vesda>

Na figura a seguir mostra-se um exemplo da instalação do sistema de detecção a incêndio com tubos de aspiração do sistema vesda. É interessante observar que embora o visual do sistema seja um pouco agressivo para um ambiente com tantos elementos decorativos, a instalação não causa grande intervenção física no ambiente.



Figura 69 - Tubo de aspiração detectores de incêndio – cor laranja. Instalados na biblioteca de obras raras do Pavilhão Mourisco na Fiocruz.

Fonte: Acervo Fiocruz/COC.DPH

Até aqui foi possível entender um pouco sobre esses sistemas mais contemporâneos que proporcionam mínima intervenção no combate e detecção a incêndio em edificações de valor histórico. A seguir serão comentados alguns equipamentos dentre os muitos existentes no mercado brasileiro para essas soluções.



Figura 70 - Acionador Manual sem fio.

Fonte: <https://firebee.com.br/wbacri-n/>

Esse botão para acionamento manual de alarme de incêndio é sem fio e tem alimentação por baterias. Sua instalação requer apenas a fixação na parede, que pode ser feita por fita dupla face de alta adesão ou por parafusos e buchas plásticas em último caso. Obviamente que a melhor solução de fixação deve ser orientada por profissionais de restauração. Esse é um equipamento que proporciona mínima intervenção e, portanto, pode representar um padrão para o uso em edificações de valor cultural.



Figura 71 - DETECTOR DE FUMAÇA WIRELESS.

Fonte: <https://firebee.com.br/wbdf0-20311-n/>

Livre de qualquer instalação invasiva esse equipamento requer apenas uma bateria para energia e a fixação ao teto. A fixação pode ser feita com o mesmo processo descrito no exemplo anterior e, portanto, é um equipamento que proporciona mínima intervenção. Sendo altamente eficaz na proteção do bem.

O avisador sonoro e visual (repetidor de sinal) sem fio é um equipamento que permite a conexão entre os sensores de fumaça, botões de acionamento manual do alarme de incêndio e a central controladora de todo o sistema. A instalação deste equipamento requer apenas um ponto de elétrica e a fixação se dá através de parafusos. Embora tenha alguma invasividade para a instalação o benefício para o patrimônio é bem grande pois um único equipamento desse pode ser responsável pela conexão sem fio de dezenas de sensores de fumaça e botões de acionamento e tudo isso com apenas um cabo elétrico envolvido na instalação. Nesse sentido pode ser considerado um equipamento que proporciona mínima intervenção. Como até aqui apresentado, esses equipamentos sem fio podem ser uma solução muito viável para as

edificações históricas. Esses equipamentos possibilitam a não instalação de eletrodutos, diminui enormemente a quantidade de rasgos em alvenaria e possibilitam o conceito da reversibilidade, onde caso não seja necessário um sensor ou outro equipamento, ao retirá-lo, o ambiente fica como era originalmente sem nenhuma marca ou danos.



Figura 72 - REPETIDOR AC IP65 COM SIRENE BP MULTI TONS

Fonte: <https://firebee.com.br/wbrit-n/>

A central de controle sem fio se comunica com todos os sensores de fumaça, botões de acionamento manual do alarme e repetidores de sinal com a necessidade de uma única alimentação elétrica no local onde a central estiver. Com uma central convencional conectada por fios seriam necessários muitos rasgos em alvenaria, a instalação de muitos eletrodutos para a passagem dos cabos até os sensores e botões de acionamento, o que seria um impacto negativo muito grande para edificações de valor cultural. É, portanto, um equipamento que proporciona a mínima intervenção, reversibilidade e é altamente recomendado para edificações centenárias.



Figura 73 - CENTRAL FIREBEE TELA 18" ATÉ 65.000 PONTOS, SEM FIO.

Fonte: <https://firebee.com.br/clx180-n/>

Uma edificação de valor cultural ou obras em locais onde se tem acervos geralmente requerem instalações provisórias para a empresa que realiza os serviços ou obras. Geralmente são instalados os conhecidos canteiros de obras que se resumem a áreas de escritório, estoque de materiais, oficinas e alojamentos. Essas instalações provisórias precisam de medidas de mitigação de riscos de incêndio pois os trabalhadores e as edificações históricas e acervos próximos ao canteiro de obras correm risco de incêndio. Como essas instalações são provisórias, geralmente são instalados apenas extintores de incêndio. Entretanto contemporaneamente existem sensores de fumaça inteligentes que podem enviar para dispositivos móveis mensagens informando sobre um potencial incêndio. Esse sensor possui energia fornecida por baterias de alta durabilidade e que podem ser substituídas facilmente. O equipamento pode ser configurado, através de aplicativo para dispositivos móveis, em uma rede de dados sem fio por conexão WIFI e assim, ao detectar presença de fumaça o sensor envia para dispositivos móveis cadastrados uma mensagem informando o alarme. Com isso providências podem ser tomadas rapidamente antes que o incêndio aconteça. Podem ser instalados vários desses sensores em locais diferentes e no aplicativo para dispositivos móveis se configura um nome relativo ao local em que o sensor ficará. consequentemente em caso de alarme já se reconhecerá o local exato do suspeito incêndio. A instalação desse tipo de sensor não tem nenhum impacto a edificação pois basta colocar o sensor no teto do ambiente e não existe a necessidade de nenhum cabo elétrico ou outras instalações. Para o conhecimento da quantidade de sensores por ambiente é aconselhável fazer um projeto que indique essa demanda.



Figura 74 - Detector Inteligente De Fumaça Wifi Alarme Sonoro.

Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1721140107-detector-inteligente-de-fumaca-agl-wifi-alarme-sonoro-JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=80ef2f51-0eaf-419d-a7d7-fa901b568fcd

É importante ressaltar que a instalação de sensores de fumaça em um canteiro de obras deverá ser informada e aprovada pela brigada de incêndio local, caso exista. Caso contrário deve-se buscar com o corpo de bombeiro para estabelecimento dos planos de ação para situações em que ocorra um alarme de incêndio.

4.1.3. Pragas

As pragas - tais como insetos, pássaros, roedores, fungos, bactérias etc. - são agentes altamente danosos aos acervos e conseqüentemente a uma edificação histórica. A grande questão das pragas é que os materiais são o alimento delas e nesse sentido a destruição de partes de uma edificação podem chegar ao irreversível por perda total dos materiais. A recomendação para o combate as pragas se resumem ao monitoramento e ações preventivas no tocante a não deixar que o ambiente favorável as pragas existam. Focando no objetivo do presente trabalho serão abordados alguns equipamentos de monitoramento que venham a fornecer dados para as ações de conservação preventiva.

Trazendo informações sobre o ambiente que pode permitir a presença de pragas Canadian Conservation Institute (2017) afirma que - umidade relativa alta, temperaturas fora do padrão, presença de água, depósito de sais em superfícies, são algumas das variáveis que podem criar o ambiente ideal para bactérias e fungos principalmente, além de outras pragas.

Nesse sentido é perfeitamente visível a identificação das seguintes variáveis que podem ser monitoradas: umidade relativa, temperatura, presença de água e presença de sais. Para essas variáveis existem equipamentos que podem fazer o monitoramento e assim trazer resultados para a conservação preventiva.

Uma das mais importantes maneiras de se monitorar pragas é com a observação humana (CCI, 2017). Nesse caso uma das pragas que podem causar grandes danos aos acervos e à edificação é a presença de roedores ou outros animais nocivos. No caso de ratos por exemplo, é bem difícil de detectá-los pois geralmente eles circulam em momentos em que não existem muitas atividades humanas. Para o monitoramento de roedores e outros animais é possível a utilização de câmeras inteligentes especiais.

Um ambiente com altos índices de temperatura e umidade pode ser propício ao surgimento de pragas como insetos, fungos, dentre outros. Nesse sentido é aconselhável que se faça estudo e monitoramento com o objetivo de se saber se o ambiente está adequado ao abrigo de acervos, evitando-se assim ambientes propícios para o surgimento de pragas. Como auxílio para esse monitoramento são indicados os equipamentos constantes nos itens relativos aos agentes de deterioração temperatura inadequada e umidade relativa inadequada.

Além da temperatura e da umidade a questão da presença de água também é algo que cria um ambiente favorável a presença de pragas. Assim uma das recomendações é que se monitore os ambientes onde existem caixas de água e onde possa haver qualquer possibilidade de existência de inundações ou vazamentos de água. Para isso no item relativo ao agente de deterioração água, encontram-se descritos equipamentos para esse monitoramento.

A presença ou depósito de sais nas superfícies é uma potencial fonte de alimentação para diversas pragas (CCI 2017). Nesse sentido o monitoramento da presença de sais é de grande importância na conservação preventiva. Uma das formas mais eficientes de monitoramento nesse caso é a observação visual simples feita por profissionais em processos de conservação programada. Dessa forma se consegue mitigar as possibilidades de grandes deposições de sais permanecerem. Entretanto existem situações em que pode não ser possível a detecção visual. Para essas situações pode ser utilizado em campo o espectrômetro de fluorescência de Raio-x. Esse equipamento dispara o Raio-x sobre a superfície a ser monitorada e assim ele gera uma curva onde é possível saber os componentes químicos existentes no local que foi feita a amostragem.



Figura 75 - Espectrômetro de fluorescência de Raio-x dispersivo de energia portátil.

Fonte: Laboratório Hercules

O princípio de funcionamento desse equipamento se baseia na análise química gráfica que ele fornece baseado em uma amostra de referência. Dessa maneira é possível saber a composição química do elemento analisado e assim proceder a análise. Por exemplo, no caso da existência de uma determinada patologia que se vê como uma mancha sobre uma cerâmica, com esse equipamento é possível saber qual a composição química da mancha. Com os dados dessa composição química tem-se o início da investigação ou monitoramento para entender o que está causando o problema. Segundo Escrig et al. (2007) as primeiras patologias de corrosão causadas pela exposição de um material ao ar livre é a coloração e isso costuma ser característico em materiais como cerâmicas. Comenta-se também que as manchas que surgem, geralmente são originadas pelo depósito de sal higroscópico. Nesse sentido a análise com o espectrômetro de fluorescência de Raio-x pode revelar a composição da mancha e assim entender se tal mancha seria uma patologia natural causada pelo tempo ou se seria alguma contaminação química ou biológica.

Em relação ao monitoramento de roedores, morcegos e aves é bastante eficiente a utilização de câmeras inteligentes com conexão para rede via WIFI ou cabo de rede de computadores. Tais equipamentos têm a capacidade de detectar qualquer tipo de movimento ou variação de luz no ambiente com grande qualidade de imagem e muita sensibilidade. A câmera possui entrada para um cartão de memória e é configurada através de um tablet ou celular na rede WIFI ou por cabo de rede. É possível o monitoramento com até quatro câmeras simultaneamente com visualização para até cinco dispositivos móveis. No momento da detecção do movimento a câmera automaticamente grava um vídeo e capta uma foto. Um alarme e a foto são enviados imediatamente para um dispositivo móvel que esteja sincronizado

com a câmera via internet ou rede local. É possível também gerar um alarme sonoro local no momento da detecção do movimento.



Figura 76 – Câmera inteligente IP Rotativa.

Fonte: <https://www.americanas.com.br/produto/1616973767>

Outra funcionalidade desse tipo de câmera é a possibilidade de ver as imagens remotamente e movimentar a câmera em tempo real. Além disso existe a função de seguir o movimento detectado com visão remota da imagem em tempo real. Nesse sentido é possível com grande qualidade usar esse tipo de câmera para a detecção de roedores e até outros tipos de praga. A instalação desse tipo de câmera requer uma tomada elétrica para ligação. Tendo uma boa rede WIFI não há necessidade de usar cabo de rede. Nesse caso a instalação tem mínimas intervenções no ambiente.

Uma das pragas que representa grande risco ao patrimônio cultural no Brasil e no mundo é o cupim que pode destruir madeira, papeis, plásticos, tecidos, tijolos de barro, couro, conduítes elétricos, gesso, dentre outros materiais. Este inseto tem causado grande preocupação quanto a sua identificação e erradicação devido ao anormal crescimento de sua população. Isso acontece como consequência do impacto ambiental oriundo do processo de urbanização que causa erradicação de algumas espécies e crescimento de outras como o cupim, afirma Menon (2010). Nesse sentido se faz necessário estabelecer um processo para a identificação e eliminação dessa praga.

Segundo Menon (2010) o cupim tem dois principais ambientes de vivência. O principal é em ambientes debaixo da terra onde fazem colônias. Na época da reprodução uma parte dos cupins voa para outros locais com o objetivo de formarem novas colônias. A principal estratégia

para a erradicação dos cupins é atingir as colônias subterrâneas e isso é algo bem complexo de se fazer pois podem existir várias colônias e em distâncias bem grandes umas das outras. Pelo fato de estarem diretamente no subsolo não é recomendado que sejam utilizados produtos químicos agressivos pois isso causaria a contaminação do solo. Nesse sentido então existem as iscas para monitoramento e eliminação dos cupins. As iscas são um reservatório com algum material que seja atrativo para o cupim e são enterradas em locais estratégicos de acordo com análise feita por profissionais especializados. No primeiro momento o objetivo da isca é monitorar a presença do cupim. Identificada a presença, a isca atualizada com um produto químico que não repele o cupim, mas permite que ele continue comendo a isca nesse momento se torna venenosa. Assim os próprios cupins vão se contaminando uns aos outros e acabam por morrerem. Com esse processo é possível sempre estar monitorando e erradicando populações de cupins que possam representar riscos ao patrimônio cultural (MENON, 2010).

Esse processo com iscas já vem sendo amplamente utilizado no Brasil e no mundo. A Casa do conde de Santa Mariana em Belo Horizonte inaugurada em 1897, localizada no conjunto paisagístico e arquitetônico da Praça Rui Barbosa e atual sede da superintendência do Iphan de Minas Gerais, recebeu a instalação de iscas para o monitoramento e erradicação de cupins. Esse processo foi programado para um período de 12 meses com monitoramento de acordo com as orientações determinadas pela empresa especializada que foi contratada.

Medidores de teor de umidade podem ser utilizados para identificar a percentagem de água existente em determinada substância. Valores como esse podem ser utilizados para saber se determinado material está em boas condições de uso ou então para identificar causas de deterioração em materiais presentes em uma edificação histórica. Assim esse monitoramento pode ser mais uma ferramenta para a mitigação do risco de existência de pragas.



Figura 77 - Medidor de teor de umidade.

Fonte: (LEBLANK, 2013)

4.1.4. Luz, radiação ultravioleta e infravermelha

O grande dilema que envolve a questão da incidência das radiações ultravioleta (UV) e infravermelha (IR) nos ambientes históricos e espaços museológicos é que para manter o valor do que é exposto é preciso que exista uma iluminação adequada a que as pessoas possam ver as obras. Entretanto essa mesma iluminação necessária é a que pode provocar a degradação das obras de valor reconhecido e estimado, podendo causar perda de coloração; decomposição de materiais; amarelecimento dos materiais, dentre outros danos. Nesse sentido Canadian Conservation Institute (2017) mostra a existência de estudos que procuram estabelecer as melhores práticas de iluminação para os ambientes. Esses estudos são bastante técnicos e concentram muitas informações que vem de experimento e consequentes estabelecimentos de padrões para se chegar a mínima iluminação possível para garantia de uma vida longa e valor aos objetos, proporcionando assim a visualização das obras com riqueza possível de detalhes, pelas pessoas que visitam, por exemplo, uma exposição permanente.

No que se refere a uma edificação histórica, fica evidente que prover a edificação de monitoramento para as variáveis radiação ultravioleta e infravermelho, é uma ação de conservação preventiva que irá fornecer dados para a minimização de danos a todo tipo de acervo abrigado pela edificação.

Estudos informam que a taxa de degradação causada por radiações UV é proporcional à intensidade de luz que incide sobre os objetos. Isso pode ser observado quando Canadian Conservation Institute (2017) afirma que a taxa de degradação causada pela luz aumenta por

um fator de 10 milhões, quando a iluminação muda do luar para a do sol, e por um fator de 1000, da iluminação em museus para a luz do sol. Especialistas, baseados por medições feitas em museus, aconselham que em vez de medir diretamente a intensidade da radiação UV, seja medida a intensidade da luz, devido a proporcionalidade dos raios UV existentes na própria luz. Esse poder relativo que é medido em relação à intensidade da luz é representado por uma razão expressa em microwatts (da radiação UV) por lúmen (da luz), ou seja, $\mu\text{W} / \text{lm}$. Essa proporção é muito mais útil do que a medição direta da radiação UV quando se trata de caracterizar fontes de luz em museus e os benefícios do uso de filtros UV nessas fontes.

A radiação IR é muito menos importante do que a luz ultravioleta e visível, em termos de danos aos objetos. Para o caso da radiação IR costuma-se fazer o monitoramento de temperatura local pois o aumento da temperatura está associado a maior incidência de dessa radiação. A radiação infravermelha pode causar aquecimento do ambiente ao redor dos materiais expostos a ele. Nesse contexto as temperaturas excessivamente elevadas originadas de radiação IR geralmente vem de lâmpadas incandescentes de alta intensidade, superiores a 5000 lux, e a exposição solar direta.

Canadian Conservation Institute (2017) alerta que a deterioração de materiais expostos a luz pode ocorrer por uma simultaneidade onde o amarelecimento ou fragilização de materiais causados pela radiação ultravioleta podem se somar com efeitos semelhantes resultantes do envelhecimento térmico e todo esse processo pode ser acelerado pelas altas temperaturas advindas da radiação IR.

Como uma recomendação geral e para reduzir danos como o desbotamento dos materiais históricos causado pela iluminação, especialmente seu desbotamento rápido, Canadian Conservation Institute (2017) informa que há apenas uma solução eficaz que é a redução a exposição da luz. Nesse sentido fica bem claro que um monitoramento eficaz para os ambientes de uma edificação histórica deverá conter equipamentos que proporcionem as medições da quantidade de luz ou lux, temperatura local, umidade e radiação UV. De forma prática é possível a utilização de luxímetros e medidores de radiação UV portáteis pois isso permite grandes facilidades, por exemplo, em vistorias cotidianas nos ambientes de acervo ou em quaisquer locais onde o monitoramento se faz necessário. A seguir serão apresentados equipamentos que proporcionem esse monitoramento.



Figura 78 - Data logger Wi-Fi. - Com sensores integrados para temperatura, umidade, iluminância e radiação UV.

Fonte: <https://www.testo.com/pt-PT/data-logger-wi-fi-testo-160-thl/p/0572-2024>

Devido as grandes possibilidades de danos aos acervos causados pelas radiações UV e IR assim como já foi descrito anteriormente, o ideal é que o monitoramento das variáveis seja feito de forma integrada no local que se que monitorar. Nesse sentido existem no mercado equipamentos que podem medir a radiação UV, a quantidade de iluminação ou Lux, temperatura e umidade. Com essa medição integrada em um único equipamento pode-se atingir uma eficácia bem grande para as ações de conservação preventiva. É relevante observar que equipamentos como esse tem sensores passivos, algo que Canadian Conservation Institute (2017) recomenda. Os sensores passivos são os que apenas percebem o ambiente sem emitir qualquer tipo de radiação ou onda eletromagnética para obter a medição.

Quanto à conectividade, esse equipamento apresenta possibilidades de armazenamento em nuvem através de comunicação sem fio WIFI, de forma que os dados podem ser monitorados remotamente tanto em redes locais como pela internet. Tem também a possibilidade da geração de alarmes que podem ser enviados pela internet, o que facilita as ações de controle do ambiente do ambiente.

Um dos fatores bastante relevantes é que esse equipamento não gera nenhuma agressão visual ou física para sua instalação. A energia vem de baterias recarregáveis que podem ser facilmente trocadas e assim não existe nenhuma necessidade da cabos e eletrodutos para a instalação do equipamento. Sendo apenas preciso que o equipamento fique ao lado do bem que se quer monitorar.

Quando se tem o objetivo de pesquisar sobre a intensidade de radiação infravermelha sobre um objeto, recomenda-se que seja medida a temperatura sobre o objeto, independentemente do tipo de luz que incide sobre ele. Quanto maior a temperatura local na

superfície do objeto, maior será a radiação IR sobre ele. Nesse sentido equipamentos como o monitores de temperatura podem oferecer uma ótima ferramenta para pesquisar e monitorar a temperatura. Alguns modelos possuem diversos sensores acoplados que podem ser distribuídos conforme a necessidade. O equipamento, além de monitorar a temperatura, também tem funções especiais de comparação entre as temperaturas analisadas de cada sensor. Podem ser obtidas as temperaturas máximas e mínimas, temperatura média entre as cinco medições e a temperatura diferencial.



Figura 79 - Monitor de temperatura.

Fonte: <https://fullgauge.com.br/produto-pen-ta-iii>

A instalação desse equipamento não requer nenhuma intervenção no ambiente pois a energia vem de pilhas recarregáveis de fácil troca e de alta durabilidade.

Embora esse monitor de temperaturas não tenha a funcionalidade de entregar dados remotamente, ele mantém as informações em memória local e é facilmente possível verificar no próprio equipamento os valores que estão sendo registrados.

4.1.5. Umidade relativa inadequada

A umidade relativa é uma medida da condição ambiental da umidade que está presente na vida diariamente nos ambientes da convivência humana. Sua proporcionalidade se refere a uma certa qualidade do ar, que pode variar desde o estado seco até o de umidade excessiva, ou seja, a saturação do ar (CCI, 2017).

É necessário que se entenda o comportamento dos diversos materiais existentes em uma edificação e seus acervos no sentido de saber como eles reagem a diferentes valores de umidade relativa. Tanto as variações como a constância da umidade relativa podem ter aspectos danosos aos materiais. Umidades relativas muito altas tendem a causar grande oxidação em metais e gerar mofo. Variações constantes da umidade relativa podem causar fadiga em determinados materiais pois proporciona um movimento de dilatação e contração das moléculas do material, ocasionando rachaduras ou trincas e até mesmo a destruição de vários materiais.

O que acontece, segundo Canadian Conservation Institute (2017), é que não existem padrões gerais que possam dar conta de se fazer recomendações exatas para o controle da umidade relativa dentro do ideal. Existem muitas variáveis que podem interferir dependendo de cada local onde está a edificação e o acervo. Nesse sentido é necessário seguir os estudos existentes, fazer experimento e principalmente monitorar. Sem o monitoramento não é possível se chegar aos valores ideais de umidade relativa para um determinado bem patrimonial e de valor para uma sociedade.

Algumas recomendações são feitas por Canadian Conservation Institute (2017) para que se tenha um bom controle e monitoramento da umidade relativa, são elas:

- As condições ambientais de RH tendem a ser muito localizadas. Portanto, é necessário realizar medições em vários locais, em um determinado volume, para poder detectar todas as zonas possíveis onde a UR é inadequada;
- A umidade relativa geralmente flutua com o tempo;
- Condições inadequadas de umidade relativa geralmente resultam de uma combinação de um determinado valor de umidade relativa e um determinado período;
- Também existe a tendência de se supor que a regulação das condições específicas de umidade relativa envolva o uso de algum sistema automatizado, mas tais sistemas acabam sofrendo falhas mecânicas. É necessário ter sistemas paralelos de monitoramento e controle.

A umidade relativa tem muitas variações que podem vir de efeitos locais e de fatores climáticos. Assim sendo é necessário que sejam monitorados vários locais de uma edificação

para que se tenha mais precisão nos estudos necessários e para que novos comportamentos dos números de umidade relativa sejam percebidos. Para isso os monitores de temperatura e umidade com Data Logger sempre serão mais indicados. Os modelos atuais apresentam alta precisão, conectividade com rede local via WIFI e ligação com a internet para facilitar o monitoramento remoto das informações. Esse tipo de equipamento não requer instalações de cabos ou eletrodutos pois além de ser sem fio também tem sua energia vinda de baterias de longa duração e de fácil troca. É, portanto, um equipamento que permite o conceito de mínima intervenção no seu uso em uma edificação histórica.



Figura 80 - Data logger Wi-Fi. - Com sensores integrados de umidade e temperatura.

Fonte: <https://www.testo.com/pt-PT/data-logger-wi-fi-testo-saveris-2-h1/p/0572-2034>

Para situações de um monitoramento onde exista a necessidade de muita mobilidade ou em situações de transporte, existe a opção de monitores portáteis com conexão usb para o descarregamento dos dados. Esse equipamento tem sua energia via baterias e não requer nenhuma intervenção para sua instalação.



Figura 81 - Registrador de dados de vibração, umidade e temperatura para monitoramento de transporte.

Fonte: <https://www.testo.com/pt-PT/testo-184-g1/p/0572-1846>

Além dos equipamentos mais tecnológicos digitais, existem equipamentos analógicos e simples que podem trazer bons resultados. É o caso da drenagem predial, onde o higrômetro analógico pode registrar níveis de umidade em quaisquer partes internas de uma edificação.



Figura 82 - Higrômetro. Fonte: (LEBLANK, 2013)

4.1.6. Temperatura inadequada

As ações no que se refere a temperatura inadequada, devem focar nos casos em que existirem temperaturas muito altas, temperaturas muito baixas e variações de temperatura. É importante entender que a temperatura inadequada pode atingir tanto a edificação histórica e seus acervos como também as pessoas que ali trabalham e os visitantes.

Para um entendimento mais amplo dos danos causados por temperatura inadequada, consultar as tabelas preconizadas por Canadian Conservation Institute (2017) constantes no anexo 1, (Figuras 134, 135 e 136).

Com base nas informações aqui informadas sobre o agente de deterioração temperatura inadequada, serão a seguir indicados equipamentos que possam fazer o monitoramento necessário.

O controlador e monitor de temperatura possui alta precisão e pode ser utilizado em rede com vários equipamentos para monitorar grandes áreas proporcionando assim manter o controle da temperatura de maneira eficaz. Através da conexão em rede ou por adaptadores sem fio WIFI também é possível monitorar remotamente a temperatura. Dado que para o funcionamento desse equipamento é necessário um cabo de rede e o cabo de alimentação elétrica, fica um pouco restrito a utilização no ambiente de edificações históricas. Entretanto esse equipamento tem um volume bem pequeno, o que ajuda a adequação no ambiente histórico. A maior indicação desse tipo de equipamento é para locais como bibliotecas e salas de acervos que tenham grandes áreas e seja necessária grande precisão no monitoramento.



Figura 83 - Monitor e controlador de temperatura.

Fonte: <https://fullgauge.com.br/produto-autopid-plus>

Como controlador, baseado em temperaturas limite desejadas, esse equipamento proporciona que sejam acionados alarmes, desligados e ligados equipamentos. Como exemplo, pode ser o caso de desligar ou ligar um sistema de ar-condicionado em caso de temperatura fora dos limites desejados.

Para atender a necessidade de monitoramento investigativo e permanente pode ser utilizado um Data Logger de temperatura. A vantagem de equipamentos como esse é o fato de não haver necessidade de instalações com cabos para o uso do equipamento. Isso pois a alimentação elétrica é por baterias de alta durabilidade e fácil reposição. O equipamento aqui apresentado não possui a função de se conectar à rede para monitoramento remoto. Mas pode ser uma opção de menor custo para situações em que existe a necessidade de um monitoramento em muitos lugares ao mesmo tempo. Fato importante na especificação de equipamentos para monitoramento é a análise do custo-benefício e as principais necessidades do monitoramento desejado. Quanto maior a tecnologia, mais caro é o equipamento. Nesse caso é necessário sempre focar em um monitoramento eficaz e não necessariamente em equipamentos com muita tecnologia. Quando for possível associar as duas coisas, esse é o melhor dos mundos.



Figura 84 - Mini data logger Temperatura.

Fonte: www.testo.com/pt-BR/testo-174-t/p/0572-1560

Dentro do novo conceito de internet das coisas existem os sensores inteligentes de temperatura. Esses sensores são alimentados por baterias de alta duração e fácil reposição. Nesse sentido permitem uma instalação sem impactos negativos ao patrimônio. A conexão para a transmissão dos dados é via sinal sem fio WIFI. A grande vantagem de sensores como esse é a grande facilidade de monitoramento remoto em tempo real e com vários sensores cobrindo áreas bem grandes de monitoramento.



Figura 85 - Sensor inteligente de temperatura.

Fonte: <https://loja.intelbras.com.br/sensor-temperatura-ast-3001/p>

Quando é necessário maior critério no entendimento do comportamento da temperatura indica-se algum tipo de equipamento que possa informar dados comparativos. O equipamento a seguir tem alta precisão e pode ser utilizado para se fazer a comparação entre temperaturas diferentes em uma situação em que se deseja pesquisar efeitos de temperatura em um mesmo ambiente. Com a instalação não invasiva de alguns sensores é possível saber a temperatura diferencial e média entre os sensores instalados. Pode ser o caso por exemplo de se saber o comportamento da temperatura em uma sala bem ampla climatizada ou não, onde se deseja monitorar a temperatura em compartimentos ou gavetas nas quais se guardam acervos. Colocando-se os sensores de temperatura em várias gavetas diferentes, o equipamento proporcionará a medição da temperatura de cada gaveta em relação a temperatura da sala e informará a temperatura média entre as gavetas. Um estudo e monitoramento como esse pode ser útil para pesquisas relativas a guarda de acervos com o objetivo de se saber se o ambiente está adequado ao abrigo deles, evitando-se assim ambientes propícios para o surgimento de riscos aos acervos e a própria edificação. Os dados monitorados podem ser disponibilizados remotamente via rede local e pela internet.



Figura 86 - Monitor de alta precisão para quatro monitoramentos distintos.

Fonte: <https://fullgauge.com.br/produto-ti-44e-plus>

Quando existe a necessidade de se tomar alguma decisão em função do monitoramento de temperatura e umidade, deve-se utilizar um equipamento, que além de monitor de possa ser um controlador, e em função de valores escolhidos possa executar comandos para ligar ou desligar outros equipamentos, tais como, aparelhos de ar-condicionado, desumidificadores ou ventiladores. Assim é um auxílio para o ajuste da temperatura e umidade mantendo os níveis ideais para que um ambiente não seja ideal ao surgimento de danos a acervos e a edificação. O equipamento a seguir possui funcionalidades para enviar dados pela rede local ou através da internet. As possibilidades de uso também com sistemas de rede sem fio tornam esse equipamento bastante adequado no conceito de mínima intervenção quanto a sua instalação.



Figura 87 - Controlador e monitor de temperatura e umidade.

Fonte: <https://fullgauge.com.br/produto-mt-530e--super>

Ampliando a visão sobre equipamentos de baixo custo, existem no mercado equipamentos bem simples e de precisão aceitável que podem ser utilizados para monitoramento de variação de temperatura. São Termômetros especiais que podem medir não somente a temperatura, mas também as variações de temperatura.



Figura 88 - Termômetro digital. Fonte: (LEBLANK, 2013)

4.1.7. Roubo e vandalismo

O mais importante a se fazer para proteger uma edificação e seus acervos em termos de segurança é fazer uma avaliação de ameaças e riscos. Com esse processo feito várias medidas poderão ser tomadas. Essas medidas terão o envolvimento da equipe de segurança patrimonial que estarão diariamente cumprindo os protocolos definidos. Como auxílio a esses protocolos de segurança é possível integrar sistemas de monitoramento com alarme através de câmeras de vídeo, sensores para portas, janelas, gavetas, vitrines etc. que forneçam acesso a áreas definidas como susceptíveis a riscos de roubos ou vandalismo (CCI, 2017). Nesse sentido serão apresentados a seguir equipamentos para o monitoramento que possa ajudar a evitar roubos e vandalismo.

O monitoramento com imagens é muito comum no mercado através dos sistemas de circuito fechado de TV. Trata-se de um conjunto de equipamentos que permitem o monitoramento tanto local através de monitores de TV, ou também via rede local e pela internet. Os componentes do sistema são: câmeras de vídeo que permitem a transmissão das imagens pela internet, gravadores de imagem que também se ligam a internet e softwares que permitem a configuração das câmeras e o estabelecimento de alarmes mediante a detecção de movimento.

Alguns desses sistemas são munidos de inteligência artificial onde é possível a detecção de rostos ou outros objetos desejáveis.



Figura 89 - Sistema de CFTV (Circuito fechado de TV).

Fonte: <https://gestaodesegurancaprivada.com.br/circuito-fechado-de-tv-cftv/>

A instalação desses sistemas requer uma certa interferência visual na edificação pois é necessário a passagem de cabos elétricos e cabos de rede até o local onde fica a câmera. Existe também uma certa interferência quando se fala no valor da imagem da edificação. Isso pois em alguns lugares pode ser que uma câmera necessária a cooperar com a segurança e salvaguarda do patrimônio, venha a poluir visualmente áreas nobres da edificação. Nesse sentido cabe aos gestores responsáveis pelo patrimônio avaliar a necessidade da câmera segundo a análise de risco relativa ao que está sendo protegido. Vale sempre lembrar que um risco pode ter uma baixa probabilidade, mas um alto impacto caso ocorra. Isso pode ser refletido por exemplo, na proteção de uma obra de arte única abrigada em um local onde a presença de uma câmera possa causar poluição visual, ou seja, a presença da câmera naquele local divide a atenção do público com a obra rara. Entretanto sem a câmera a obra teria maiores riscos de ser roubada. Nesse sentido pode ser que valha a pena perder um pouco o valor de visão da obra, pois no caso de um roubo não há condições de se repor a obra e aí o impacto é incalculável pois a perda é total.

Para minimizar um pouco as questões das intervenções não desejadas, pode-se optar por câmeras de segurança sem fio para a transmissão da imagem. Entretanto continuará sendo necessário chegar com o cabo elétrico até a câmera. Mas no geral se diminui a necessidade de eletrodutos e isso já ajuda bastante na minimização das instalações.

Objetivando a mínima intervenção na edificação podem ser utilizados os sensores inteligentes para portas e janelas como monitoramento, no auxílio a segurança de ambientes, ou até mesmo de locais específicos como gavetas, vitrines etc. Esse tipo de equipamento tem

sua energia provida por pilhas de longa duração e de fácil manutenção. A instalação desse equipamento não requer nenhum tipo de cabo ou eletroduto. Basta que uma parte do equipamento fique fixa e a outra parte fique móvel. Assim, ao abrir a porta, ao abrir a janela, ao abrir a gaveta ou a vitrine etc. um alarme será enviado para a rede de dados local ou pela internet e chegará ao dispositivo configurado para receber a mensagem de alarme. Esse tipo de sensor precisa de uma rede sem fio WIFI na região em que for instalado. A configuração é bem simples e feita através de um dispositivo móvel ou por um computador.



Figura 90 – Sensor de Porta WiFi. Alimentação por Pilha AAA Smart Life Inteligente Google Home Detector de Aberto/Fechado Janela.

Fonte: https://www.amazon.com.br/Sensor-inteligente-AGL-abertura-janelas/dp/B08BT6447G/ref=pd_lpo_1?pd_rd_i=B08BT6447G&psc=1

Esse sensor de presença é um acessório ao monitoramento de segurança patrimonial dentro do conceito da mínima intervenção. A instalação desse sensor não requer cabos nem eletrodutos. Basta fixá-lo no local desejado para que qualquer movimento seja detectado. O sensor precisa de sinal sem fio WIFI no local onde ficar. A configuração do sensor é feita via aplicativo para dispositivos móveis e os sinais de alarme vão para o dispositivo que estiver configurado com o sensor, via rede local ou via internet.



Figura 91 - Sensor De Presença Wi-fi.

Fonte: <https://www.ekaza.com.br/automacao/sensor-de-presenca/>

4.1.8. Água

A água em seu estado líquido e a umidade resultante da condensação são agentes de deterioração que podem causar danos bastante graves as edificações históricas e aos acervos abrigados por ela. Através de uma ampla abordagem sobre os perigos da água é aconselhado que seja feita uma análise de riscos e para isso são apresentados os diversos fatores e situações que podem colocar os bens patrimoniais em risco de perda parcial e total.

A seguir serão apresentados alguns equipamentos para o monitoramento da presença de água e umidade.

Vazamentos de água são um dos grandes riscos em edificações históricas. Podem acontecer em caixas de água, piso de banheiro, colunas de distribuição de água, em sistemas de ar-condicionado e durante obras etc. Para o monitoramento de vazamentos de água existem sensores inteligentes alimentados por baterias de alta durabilidade e que podem ser substituídas facilmente. O equipamento pode ser configurado, através de aplicativo para dispositivos móveis, em uma rede de dados sem fio por conexão WIFI e assim, ao detectar presença de água o sensor envia para dispositivos móveis cadastrados uma mensagem informando o vazamento. Com isso providências podem ser tomadas rapidamente antes que o vazamento de água atinja grandes proporções. Podem ser instalados vários desses sensores em locais diferentes e no aplicativo para dispositivos móveis se configura um nome relativo ao local em que o sensor ficará. Consequentemente em caso de alarme já se reconhecerá o local exato do vazamento. A instalação desse tipo de sensor não tem nenhum impacto a edificação pois basta colocar o sensor

perto de locais que tenham potencial de vazamentos de água e não existe a necessidade de nenhum cabo elétrico ou outras instalações.



Figura 92 - Sensor De Inundação De Água Inteligente Wi-fi.

Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1276400291-neo-inteligente-wi-fi-sensor-de-inundaco-de-agua-sensor-de-_JM

As caixas de água de uma edificação histórica podem representar grande risco devido a vazamentos ou transbordamentos de água. Para monitorar o nível de água existem sensores inteligentes. Deve-se determinar na caixa de água o nível considerado máximo com segurança e caso esse nível seja ultrapassado o sensor inteligente irá imediatamente identificar isso e será gerado um alarme via mensagem em aplicativos de dispositivos móveis. Esse sensor se conecta à rede WIFI e assim transmite pela internet o aviso de alarme. A instalação desse equipamento não afere nenhuma intervenção danosa a edificação e não necessita de nenhum tipo de cabo. Basta fixar o sensor dentro da caixa de água. A energia do sensor vem de pilhas recarregáveis.



Figura 93 - Nível De Água Fuga De Água - Alarme Inteligente Wifi.

Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1711935876-inteligente-app-wifi-nivel-de-agua-fuga-de-agua-alarme-de-ag-_JM#position=5&search_layout=stack&type=item&tracking_id=f223ceaa-e08c-41ea-a6eb-b6ffd6dd7c23

A vistoria de calhas coletoras de águas pluviais é uma das ações recomendadas quando se fala em evitar situações em que a água pode invadir uma edificação histórica, causando danos tanto a edificação como também a bens abrigados pela edificação. A forma tradicional de se fazer vistoria em calhas de telhados é com escadas, andaimes ou indo até o local nos casos de telhados que possuam acesso seguro. Em todas essas situações existem riscos aos trabalhadores e pode representar gastos consideráveis com o aluguel de andaimes. Além desses fatos tem o tempo gasto no caso de andaimes que muitas vezes precisam ser alugados e montados.

Uma solução moderna e extremamente eficiente para a vistoria de calhas de águas pluviais e de telhados é o uso de drone como ferramenta para tirar fotos e gravar vídeos. Com um drone é possível fazer um serviço de vistoria em telhados e calhas em poucos minutos. A qualidade das fotos e vídeos é bem grande e amplia as possibilidades de obtenção de resultados pois um drone pode vistoriar qualquer parte de um telhado sem maiores dificuldades. Algumas vezes árvores ou mau tempo podem ser variáveis que impossibilitem o uso seguro de um drone. A seguir mostra-se uma imagem de um trabalho de conservação preventiva realizado no campus Manguinhos da Fiocruz no Rio de Janeiro, onde foi feita uma vistoria nas calhas de águas pluviais da edificação Cavalaria. Constatou-se a presença de grande quantidade de folhas na calha e indicativo de urgente limpeza.



Figura 94 – DRONE.

Fonte: <https://www.dji.com/br/phantom-4-pro-v2/specs>

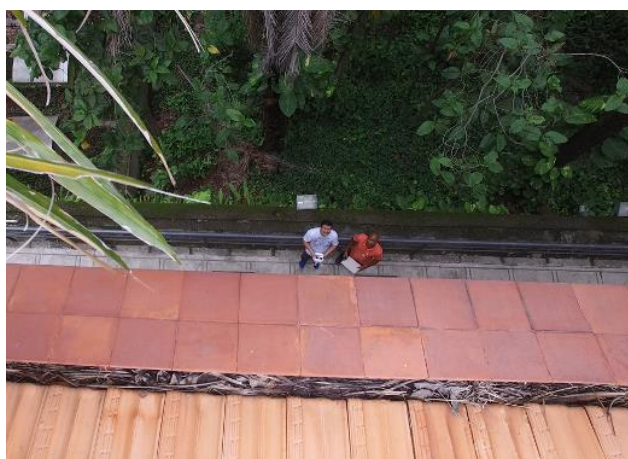


Figura 95 - Monitoramento de calha coletora de águas pluviais com drone na edificação Cavalariça.

Fonte: Acervo Fiocruz/COC/DPH

É possível que ao longo do tempo surjam defeitos em telhados que provocam vazamentos de água. Nem sempre é fácil identificar onde está ocorrendo o problema. Nesse sentido usar uma câmera com inteligência embarcada pode ser um grande aliado para evitar danos ao patrimônio. Câmeras como essa tem a capacidade de detectar qualquer tipo de movimento, inclusive o movimento de águas, ou variação de luz no ambiente com grande qualidade de imagem e muita sensibilidade. A câmera possui entrada para um cartão de memória e é configurada através de um tablet ou celular na rede WIFI ou por cabo de rede. É possível o monitoramento com até quatro câmeras simultaneamente com visualização para até cinco dispositivos móveis. No momento da detecção do movimento a câmera automaticamente

grava um vídeo e capta uma foto. Um alarme e a foto são enviados imediatamente para um dispositivo móvel que esteja sincronizado com a câmera via internet ou rede local. É possível também gerar um alarme sonoro local no momento da detecção do movimento.



Figura 96 - Câmera ip Rotativa Icsee 2 Antenas Wifi.

Fonte: <https://www.americanas.com.br/produto/1616973767>

Outra funcionalidade desse tipo de câmera é a possibilidade de ver as imagens remotamente e movimentar a câmera em tempo real. Além disso existe a função de seguir o movimento detectado com visão remota da imagem em tempo real. Nesse sentido é possível com grande qualidade usar esse tipo de câmera para a detecção de roedores e até outros tipos de praga.

A instalação desse tipo de câmera requer uma tomada elétrica para ligação. Tendo uma boa rede WIFI não há necessidade de usar cabo de rede. Nesse caso a instalação tem mínimas intervenções no ambiente. A câmera pode também ser instalada ao tempo, o que pode facilitar o trabalho de investigação em áreas externas de um telhado.



Figura 97 - Estação Meteorológica Digital Completa.

Fonte: <https://www.highmed.com.br/hm-1080-estacao-meteorologica-digital-completa/p>

Embora seja fato comum que as cidades forneçam informações meteorológicas precisas, ter uma estação meteorológica local pode ajudar a entender de forma mais precisa o clima local. Esse fato pode ser fundamental para a tomada de decisões em épocas críticas e assim disparar ações de conservação preventiva nos momentos necessários. Ter os números relativos à temperatura, umidade relativa, índice pluviométrico, velocidade do vento, dentre outros, pode ser a diferença entre uma conservação mais eficaz ou não. Pode-se dizer que ter uma estação local significa trabalhar com dados marginais e assim aprimorar a conservação. Isso significa dizer que saber que a temperatura média da cidade é por exemplo 25° é um fato. Agora, saber qual é instantaneamente a temperatura média no entorno de uma edificação local, sem dúvida é um dado muito mais preciso. Sendo assim ter uma estação meteorológica local, própria e com as informações sendo disponibilizados em rede local e pela internet, pode representar uma maneira de mitigar riscos de danos causados por água em uma edificação histórica.

Possui interface USB e sem fio via WIFI e software para monitoramento em tempo real. A instalação de uma estação como essa não necessita de intervenção danosa a edificação pois possui bateria que pode durar até dois anos e com fácil reposição e, portanto, não necessita de cabos e eletrodutos, principalmente se for utilizada a comunicação sem fio para a transmissão de dados.

Existem no mercado muitas opções de estações meteorológicas cabendo a cada instituição avaliar as necessidades de sensores específicos e precisão das medições.

As instalações hidráulicas em uma edificação histórica, ou especificamente tubulações de água, podem representar riscos de vazamento de água ou então podem estar no caminho de um vazamento. Em qualquer um desses casos a interrupção imediata do fluxo de água pode ser uma ação que venha a evitar danos a edificação e seus acervos. Nesse sentido uma maneira rápida e eficaz para fazer a interrupção do fluxo de água pode ser a instalação de uma válvula controlada remotamente. Como exemplo pode-se imaginar uma situação na qual em um momento em que não exista ninguém em uma edificação se receba remotamente um alarme indicando que aconteceu um vazamento de água em dado local da edificação. Nesse momento, por precaução será possível fechar o fluxo de água para a edificação via válvula controlada remotamente por um dispositivo móvel ou pela internet.



Figura 98 - Válvula de Água Inteligente Wifi.

Fonte: <https://telefonesdachina.com.br/valvula-de-agua-compativel-com-alexa-controlador-para-casa-tuya-inteligente-wifi>

O equipamento aqui apresentado é um acessório que pode ser acoplado a uma válvula comum. Esse equipamento se conecta por rede sem fio WIFI e é controlado por dispositivo móvel ou por um computador. Ao receber o comando remotamente a válvula é fechada ou aberta.

A instalação requer uma tomada para alimentação elétrica. Não é um equipamento que venha a trazer grande dano visual ao ambiente.

Em situações em que existe umidade ascendente ou infiltrações causando danos é recomendado o uso de câmera termográfica para análise e monitoramento no caso da prevenção. Segundo Soki Rhee-Duverne (2019), a água possui uma capacidade de acumular temperatura maior do que a maioria dos materiais. Sendo assim áreas com umidade geralmente apresentam-se mais quentes em relação ao que está ao seu redor. Nesse sentido, como as câmeras termográficas registram imagens proporcionais a variação de calor, é possível ver áreas úmidas através de uma imagem térmica. Fato importante é lembrar que esse método de análise com câmera termográfica não requer nenhuma intervenção no bem cultural para as atividades de monitoramento e apoio a solução de áreas impactadas por umidade de qualquer que seja a origem.

A imagem a seguir mostra uma situação em que com a câmera termográfica foi possível identificar áreas com potencial risco de dano causado por umidade em um telhado. A primeira imagem se refere a uma foto do telhado e a segunda a imagem térmica.



Figura 99 - Canto sudeste do telhado da Fortaleza, Castelo Carlisle. © Inglaterra Histórica.

Fonte: <https://historicengland.org.uk/whats-new/research/back-issues/thermography-in-historic-buildings/>

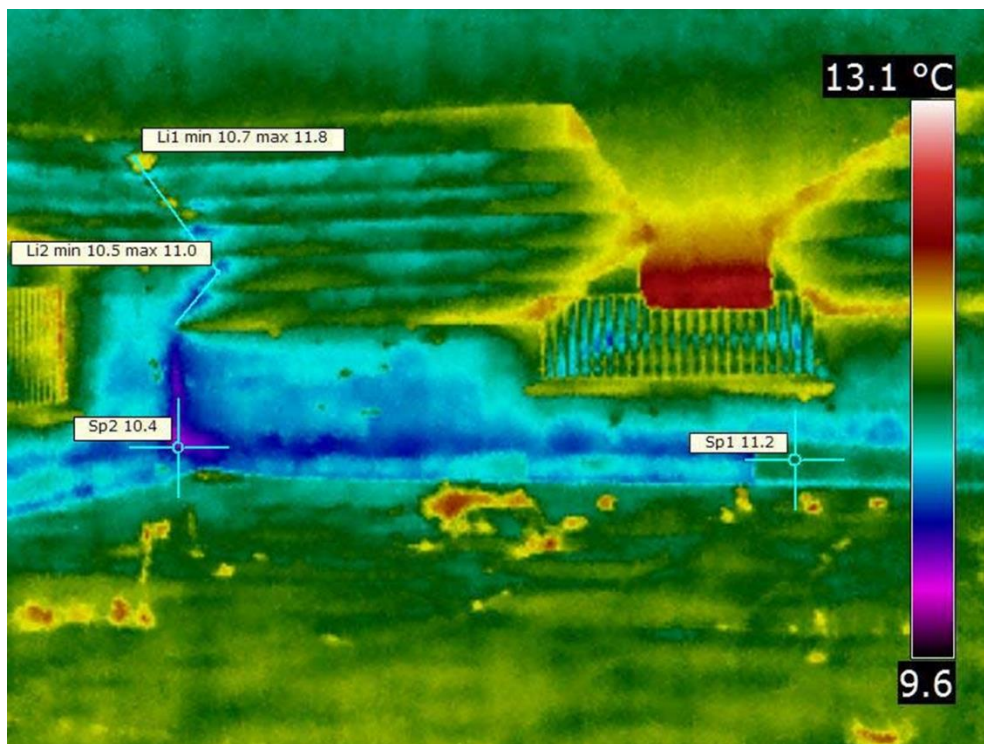


Figura 100 - As áreas azuis em Carlisle são mais frias, indicando alvenaria úmida; as amarelas fracas são mais quentes, indicando vazios © Inglaterra Histórica.

Fonte: <https://historicengland.org.uk/whats-new/research/back-issues/thermography-in-historic-buildings/>

Para o monitoramento em locais onde existe apenas uma pequena passagem, quem sabe, de poucos milímetros, existem dois tipos de equipamentos, o Boroscópio e a microcâmera com transmissor sem fio. Aqui os objetivos podem ser a vistoria de locais inundados ou com umidade onde não existe acesso visual possível ao olho humano. Esses equipamentos também podem ser utilizados no mesmo sentido para a o agente de deterioração pragas.

O Boroscópio é um equipamento que possui uma microcâmera ligada a uma sonda e as imagens são vistas em uma tela que faz parte do equipamento. É possível captar vídeos e fotos em boa resolução. A sonda tem comprimentos variáveis dependendo das especificações de cada equipamento. Uma medida ideal para a sonda seria ter um comprimento de dez metros pois nesse caso atenderia a muitas situações diferentes para o dia a dia do trabalho de monitoramento e inspeções.



Figura 101 -BOROSCÓPIO DIGITAL PORTÁTIL.

Fonte: <https://instrutemp.com.br/produto/boroscopio-digital-portatil-com-sonda-de-10m-e-camera-de-55mm-itboro1055xa/>

O equipamento é portátil e leve, o que facilita o transporte e o uso. Possui conexão USB para ligar a um computador e assim transferir as imagens captadas. Existem no mercado modelos que apresentam a possibilidade de conexão WI-FI e assim as imagens podem ser vistas em um dispositivo móvel, o que possibilita o monitoramento remoto. É necessário a análise bem detalhada das necessidades de monitoramento para assim limitar as mínimas especificações de um Boroscópio que atenda às necessidades de cada ambiente de trabalho de conservação preventiva.

As microcâmeras com transmissor sem fio têm a mesma possibilidade de acesso a locais com mínimas aberturas como no caso do Boroscópio. A vantagem é que existe a transmissão de imagem para celulares e tablets a um custo bem menor do que o Boroscópio. Quanto à qualidade de imagem pode-se dizer que é um pouco inferior as imagens do Boroscópio, dado que este é um equipamento profissional e a microcâmera é um equipamento de uso geral. Entretanto a microcâmera apresenta imagens em alta resolução e tem a funcionalidade de visão noturna (filma sem presença de luz), gravação das imagens em cartão de memória e por se conectar a celulares e tablets dá acesso a todas as vantagens do monitoramento remoto.



Figura 102 - Minicâmera Versão Alemã Camcorder Com Visão Noturna.

Fonte:

https://www.americanas.com.br/produto/1612796020?pfm_carac=novidades%20da%20categoria&pfm_pos=&pfm_type=vi_t_recommendation&DCSext.recom=RR_item_page.rr2-PersonalizedClickCPInCategory&nm_origem=rec_item_page.rr2-PersonalizedClickCPInCategory&nm_ranking_rec=1

As desvantagens da microcâmera são as seguintes:

- O transmissor é alimentado por bateria que tem autonomia de pouco mais de uma hora e leva cerca de duas horas para carregar.
- A sonda que liga a microcâmera ao transmissor tem cerca de trinta centímetros e isso limita o uso a lugares onde a intenção é apenas monitorar próximo ao acesso onde a câmera entra.
- A distância que o celular ou tablet pode ficar do local onde a câmera esta é de no máximo trinta metros.

Tanto o Boroscópio quanto a microcâmera com transmissor são equipamentos indispensáveis ao monitoramento na conservação preventiva. A opção por cada um deles dependerá das necessidades e requisitos identificados por cada equipe local de trabalho.

4.1.9. Poluentes

Os poluentes constituem-se de compostos que tem a capacidade de causar reações químicas juntamente com os componentes de um objeto. Os poluentes apresentam-se nas formas de gás, aerossol, líquido ou sólido e podem ser de origem humana ou natural (CCI, 2017). Essas substâncias que podem ter efeitos nocivos sobre os objetos e sobre edificações na maioria dos casos podem alterar a aparência dos objetos e partes de uma edificação, alterando assim seu valor. Nesse sentido a prevenção e o monitoramento de poluentes, são ações de conservação preventiva que precisam ser feitas com toda técnica e eficácia pois em alguns anos ou em poucos meses, um objeto ou uma edificação podem ter danos irreparáveis.

Os poluentes podem estar em um ambiente trazidos pelo movimento do ar, ou podem ser consequência de contato entre superfícies e podem ser oriundos de fatores intrínsecos onde a presença de certos componentes presentes desde a concepção de um elemento, podem com o tempo causar reações químicas naturais. A Tabela, constante no anexo 1, apresenta os principais efeitos de poluentes nos materiais.

Pelo ar são transportados os poluentes que podem ser de origem humana e natural. Esses poluentes geralmente são oriundos de atividades industriais e urbanas. Canadian Conservation Institute (2017) informa que os estudos sobre os poluentes transportados pelo ar não são muito conclusivos e aconselha que os mais prejudiciais sejam focados nos processos de monitoramento e prevenção. Assim são sete os principais poluentes de preocupação: ácido acético, sulfato de hidrogênio, dióxido de nitrogênio, ozônio, dióxido de enxofre, partículas finas e vapor de água.

Como referência para o entendimento das faixas de valores de concentração de cada poluente principal aplicáveis de forma que sejam minimizados os riscos de degradação aos materiais, a seguir mostra-se a tabela com dados preconizados por Canadian Conservation Institute (2017). As concentrações máximas de poluentes são agrupadas em três graus, ou objetivos de preservação: 1, 10 e 100 anos assim como mostra a Tabela 2 no Anexo 1.

Quanto aos poluentes transferidos por contato, Canadian Conservation Institute (2017) informa que o contato entre duas superfícies pode ocasionar manchas ou descoloração nos objetos. Nesse sentido são feitas algumas observações de como evitar o contato nocivo ao patrimônio.

Canadian Conservation Institute (2017) mostra como exemplo o caso do ácido acético liberado por filmes de acetato de celulose durante a hidrólise em que o ácido acético formado no filme acelera sua degradação. Nas obras de arte em papel alumínio (usado como cola interna) tende a acelerar a degradação do papel. Objetos tratados com gorduras, como couros tratados, podem corroer as peças de cobre presas a eles.

Baseados nos estudos aqui apresentados entende-se que os monitoramentos necessários e principais são os de poluentes no ar. A seguir serão apresentados equipamentos para esses monitoramentos.

Com o objetivo de praticidade os monitores de temperatura e umidade relativa com Data Logger sempre serão mais indicados. O modelo aqui apresentado é de alta precisão, tem conectividade com rede local via WIFI e ligação com a internet para facilitar o monitoramento remoto. Esse equipamento não requer instalações de cabos ou eletrodutos pois além de ser sem fio também tem sua energia vinda de baterias de longa duração e de fácil troca. É, portanto, um equipamento que permite o conceito de mínima intervenção no seu uso em uma edificação histórica.



Figura 103 - Data logger Wi-Fi - Com sensores integrados de umidade e temperatura.

Fonte: <https://www.testo.com/pt-PT/data-logger-wi-fi-testo-saveris-2-h1/p/0572-2034>

Quanto aos poluentes no ar é entendido que esse monitoramento é bastante caro e não se conforma como uma ação comum nos ambientes de uma edificação histórica. Entretanto contemporaneamente existem equipamentos que podem auxiliar nesse monitoramento como uma primeira análise. Caso seja detectado algum nível elevado de poluente nocivo no ar é

aconselhado que maiores providencias com monitoramento preciso sejam tomadas para evitar danos aos objetos patrimoniais.

Um dos um dos poluentes no ar que tem interesse de monitoramento é ozônio. Aqui é apresentado um equipamento portátil que pode auxiliar nesse monitoramento. Embora não seja um equipamento com conectividade para monitoramento remoto, é uma solução para análises locais e pontuais. Esse equipamento possui funções de estabelecimento de alarmes para valores pré-estabelecidos e da resultados da concentração de ozônio no ar.



Figura 104 - Analisador de ozônio portátil Multifuncional O3 inteligente. com Sensor, monitor de poluição e da qualidade do ar.

Fonte: <https://br.banggood.com/>

Especificado para o trabalho em campo, espectrômetro FTIR portátil proporciona a identificação de materiais orgânicos tais como aglutinantes, adesivos, consolidantes e outros materiais inorgânicos como pigmentos e materiais que podem ser depositados devido a poluição atmosférica.

No caso de amostras podem ser analisadas superfícies de absorção e dispersão de infravermelhos, além de superfícies metálicas reflexivas com revestimentos e filmes. Materiais a granel como pós e grânulos também podem ser amostras para análise.

Uma vantagem desse equipamento é que ele permite a análise sem nenhuma ação invasiva na amostra ou no local de trabalho.



Figura 105 - FTIR PORTÁTIL AGILENT 4300.

Fonte: Laboratório Hercules



Figura 106 - Exemplo de trabalho de campo com o Espectrômetro FTIR portátil.

Fonte: Laboratório Hercules.

O espectrômetro Raman portátil pode ser utilizado para a identificação e verificação rápida da especificação de materiais baseados em bibliotecas pois são fáceis de criar. Os resultados são apresentados via recursos de emissão de relatórios permitem que um usuário salve, visualize e imprima qualquer relatório de análise. Nesse sentido esse equipamento pode ser uma boa ferramenta para a identificação de materiais, oriundos de poluição, depositados sobre as superfícies de bens culturais. Permite a identificação de materiais orgânicos, incluindo pigmentos, produtos de alteração e pedras.



Figura 107 - BWTEK i-Raman Plus portátil.

Fonte: Laboratório Hercules



Figura 108 - Uso do Espectrômetro Raman portátil em uma obra de arte.

Fonte: Laboratório Hercules

4.1.10. Dissociação

A dissociação tem impacto nos aspectos legais, intelectuais e culturais de um objeto ou de um bem. Está ligado a perda de valor do bem. Já os outros nove agentes anteriormente mencionados são estão ligados aos aspectos físicos (CCI, 2017).

Existe uma ligação entre a dissociação e os outros agentes de deterioração que consiste na perda de valor que pode ser causada por danos aos objetos ou as edificações. Forças físicas;

roubo e vandalismo; incêndio; água; pragas; poluentes; luz ultravioleta e infravermelho; temperatura inadequada e umidade relativa inadequada são agentes de deterioração que podem causar danos leves ou até mesmo irreversíveis as edificações, suas coleções e acervos. Tais danos podem tirar o valor que fora outorgado a esses bens por atores que os valorizavam. Apenas como um exemplo disso pode-se pensar no caso de uma infiltração oriunda de chuvas que venha a causar a destruição da estrutura de uma edificação histórica, levando a danos que só possam ser reparados via restauração. Nesse caso corre-se o risco de que durante o processo de restauração não seja possível devolver a edificação o visual original que se tinha antes. Assim tal fato poderia ser entendido como dissociação, pois parte do valor da edificação foi perdido pela mudança da aparência relativamente ao que era original.

Entretanto existe um conjunto de equipamentos e tecnologias que contemporaneamente vem sendo utilizados e que podem ser considerados como um excelente monitoramento para mitigação da dissociação. Trata-se do escaneamento digital de objetos e edificações. Esse processo cria um modelo digital 3D em escala que pode registrar com riqueza de detalhes partes de objetos ou edificações inteiras. Como exemplo disso existe atualmente o caso da Catedral de Notre-Dame onde A. J. Oliveira (2019) comenta que a universidade dos EUA tem em sua guarda um modelo 3D digital com precisão de 5 milímetros da catedral que poderá ser utilizado na reconstrução. Esse trabalho foi feito em 2011 e 2012 com o objetivo de dar subsídios a pesquisa de catalogação em mínimos detalhes da catedral e foi uma iniciativa do professor de história da arte, Andrew Tallon que ministrava arquitetura medieval em Vassar.

Segundo Canadian Conservation Institute (2017) a dissociação causa perda de informação e a incapacidade de recuperá-las. Como medida de reduzir os riscos da dissociação e estabelecer controle é recomendado que sejam estabelecidas políticas e procedimentos para documentação dos bens. Nesse sentido pode-se dizer que a documentação digital com modelo 3D se constitui como uma maneira de mitigar os riscos de dissociação.

Como uma ferramenta para a identificação mais precisa de materiais, um equipamento de radiografia de Raio-x digital portátil pode ser muito importante. Este equipamento permite a inspeção não invasiva de objetos e é particularmente importante para descobrir informações técnicas sobre objetos 2D e 3D, incluindo composições de materiais, alterações prévias e técnicas de execução de pinturas de esculturas, têxteis etc. Também pode identificar falsificações e revelar a estrutura interna de artefatos e restos arqueológicos. Nesse sentido pode

ser usado para gerar e guardar registros de materiais para que a originalidade seja conhecida e registrada de forma precisa e organizada.



Figura 109 - ScanA Scanx Scout com placas de Raio-x e Raio-x para arte.

Fonte: Laboratório Hercules



Figura 110 - Imagem de Raio-x sobre uma obra de arte.

Fonte: Laboratório Hercules

4.2.Considerações gerais sobre uso e manutenção de equipamentos de monitoramento

É importante destacar a necessidade da interdisciplinaridade, ou seja, sempre será necessário conhecimentos específicos para a escolha do melhor equipamento de monitoramento a ser adquirido. Esse conhecimento pode vir de um profissional pertencente a uma equipe local ou pode ser via consultoria. O importante é que se tenha bastante critério no momento da escolha e especificação de um equipamento para monitoramento.

Falando sobre a manutenção dos equipamentos de monitoramento, é importante conhecer de maneira bastante sólida os recursos que a instituição possui para compra de acessórios e contratação de serviços de calibração. Como exemplo disso pode-se citar o caso dos equipamentos portáteis que em sua maioria depende de baterias recarregáveis. Essas baterias geralmente têm uma vida útil de dois anos. Após esse tempo se faz necessário a aquisição de uma nova bateria. Outro exemplo são os equipamentos de monitoramento de iluminação, os luxímetros. De acordo com recomendações de cada fabricante, após um determinado tempo de uso se faz necessária a calibração do equipamento, que é um serviço a ser contratado em empresas especializadas e certificadas pelos órgãos competentes. Estes dois exemplos representam critérios que precisam ser avaliados no momento da decisão da compra de um equipamento de monitoramento. Caso uma instituição não tenha processos que permitam gerir a manutenção dos equipamentos, é provável que a melhor situação seja, por exemplo, inserir no orçamento anual uma verba para determinado número de contratações de serviços especializados de monitoramento. Disso tudo o mais importante é que se tenha um processo que permita a continuidade das ações de monitoramento para que seja gerado um histórico de dados das variáveis de degradação. Provavelmente não haveria eficácia nenhuma em adquirir um super equipamento para monitoramento que não tenha manutenção sustentável, o que interromperia o histórico de medições adquiridas.

É relevante refletir também sobre qual profissional fará o uso do equipamento de monitoramento. Alguns equipamentos podem precisar de conhecimentos específicos para que os resultados obtidos sejam eficazes e confiáveis. Um exemplo bem simples é o caso da câmera termográfica na análise de infiltrações e painéis elétricos. Se existir uma mancha de infiltração de água ou qualquer outro líquido em uma parede, e se não existem diferenças de temperatura entre a origem do vazamento e a mancha na parede, a câmera termográfica não identificará com precisão a infiltração. Já no caso de um painel elétrico onde existam cabos com mau contato,

isso irá gerar aumento de temperatura, e o monitoramento com a câmera termográfica indicará na tela uma coloração tendendo ao vermelho no local onde existir o mau contato. Assim sendo, geralmente o uso da câmera termográfica para monitoramento de infiltração em paredes requer um conhecimento bem profundo dos ajustes do equipamento para que a infiltração seja detectada. Ou então será necessário a especificação de câmeras termográficas específicas para análise de infiltrações. Já para o monitoramento em painéis elétricos o uso da termografia é altamente eficaz. Nesse sentido é de grande importância que o profissional que irá utilizar um equipamento de monitoramento esteja bem treinado e conheça eficazmente o equipamento.

Como apresentado no Capítulo 2, contemporaneamente a modelagem 3D, ou digitalização em 3D de alta definição, pode contribuir para o monitoramento de uma edificação de valor cultural. Com esse método é possível fazer um modelo digital de uma edificação inteira ou de parte dela e de seus elementos integrados. Pode-se aqui entender que para maior precisão nos levantamentos ou mapeamentos em edificações históricas, talvez a técnica inicial deva ser a utilização de modelagem 3D. Isso pois as edificações históricas geralmente não apresentam conformações de seus ambientes com ângulos retos. Dessa forma o que se percebe em alguns casos é que os desenhos existentes provenientes de levantamentos da arquitetura realizados manualmente apresentam consideráveis diferenças de medidas em relação as medidas reais da edificação.

Com um modelo digital em 3D pode-se ter a visualização em telas de computador, em uma impressão em papel, ou em impressão 3D. Isso permite ver tudo com detalhes fidedignos, como por exemplo, a observação das fachadas de uma edificação e do seu interior e dos demais elementos de edificação, tais como, janelas, portas, escadas, corrimões, balaustradas etc. A modelagem 3D pode ser feita via câmeras especiais que podem ser utilizadas manualmente ou em drones e através de equipamentos de varredura a laser. É interessante observar que a modelagem 3D leva a outros benefícios como por exemplo a impressão em 3D para a confecção de maquetes ou até mesmo para a impressão 3D de elementos da edificação objetivando-se fazer algum tipo de modelo para estudo de processos nas obras de restauração. Em artigo sobre o uso de tecnologias na preservação do patrimônio cultural, Dutra e Porto (2020) comentam que na perda de elementos originais a modelagem em 3D proporciona a preservação das informações relativas as dimensões, formato e materiais utilizados e com esses dados seria possível fazer uma replicação de peças ou partes do elemento perdido e assim auxiliar processos de restauração.

Segundo Dutra e Porto (2020) outra vantagem da modelagem 3D para a preservação do patrimônio cultural é a possibilidade de usar no ambiente da internet e em softwares os arquivos digitais assim gerados, possibilitando assim a criação de ambientes virtuais, que podem ter inúmeros objetivos, indo do ensino até a atividade profissional, como por exemplo em projetos a distância ou colaboração em pesquisas feitas em locais diferentes. Pode-se entender que a modelagem 3D possibilita levar, uma edificação e seus elementos, virtualmente a outros lugares e isso amplia muito as possibilidades das ações de monitoramento e conservação preventiva. Podemos aqui imaginar por exemplo que se tenho determinada patologia em uma edificação histórica, como rachaduras e trincas, com o modelo em 3D digital, esse material pode ser enviado a qualquer pesquisador no mundo para que seja pedida uma avaliação quanto ao porquê de tais rachaduras. É fato importante observar que técnicas como essa são mais viáveis de serem executadas via contratação de serviço, isso considerando o demasiado custo para compra e treinamento de profissionais no uso de Scanners Laser 3D.

Essa tecnologia da modelagem 3D já é uma realidade acessível para os trabalhos de conservação preventiva e monitoramento no contexto brasileiro. Embora ainda não seja algo tão comum no cotidiano do trabalho das equipes que gerenciam os serviços de salvaguarda das edificações históricas, cabe a cada equipe começar a pensar em acrescentar ao mapeamento de danos feito de forma manual, a inserção da tecnologia de mapeamento digital 3D. Na medida em que isso for sendo incentivado é muito provável que aconteça uma transição das técnicas tradicionais de mapeamento e monitoramento para as novas tecnologias do mapeamento 3D e fotogrametria. Obviamente que a utilização da tecnologia 3D não é algo rápido e simples de se fazer na realidade que temos no Brasil. Isso requer muito investimento em equipes treinadas e equipamentos. O comentário a seguir mostra um pouco dessa realidade:

A experiência de aplicação do mapeamento nos permite, ainda, refletir sobre alguns limitadores e condicionantes da sua utilização. Embora internacionalmente o laser Scanning já tenha ganhado amplo espaço como técnica de monitoramento de estruturas e já venha sendo objeto de estudos e ensaios no campo do patrimônio, seu uso como ferramenta prática, sobretudo no campo do monitoramento, ainda carece de maior aprofundamento empírico para a definição de premissas, diretrizes e métodos, considerando os possíveis fatores condicionantes recorrentes, no campo do patrimônio e, muitas vezes relacionados a cada bem abordado especificamente. (BARRETO JÚNIOR; COUTINHO e ARRUDA,2017).

4.3. Internet das Coisas, Inteligência Artificial e Conservação Preventiva

Com o advento das novas tecnologias de comunicação e dentro da revolução 4.0, muitas possibilidades estão surgindo para a conexão dos objetos físicos ao mundo digital e a internet. As imagens que antes só podiam ser vistas abrindo um arquivo de vídeo no computador, agora podem ser acessadas em tempo real pela internet. Um sensor de temperatura que enviava sinais elétricos para uma tela onde víamos o valor medido, agora manda os dados sobre a temperatura pela internet em tempo real. Os alarmes que antes só podiam ser escutados por uma sirene local, agora podem chegar em um telefone celular. A luz que ligamos apertando um interruptor na parede, agora pode ser ligada clicando em um ícone do telefone celular. As tomadas de uma residência podem ser ligadas e desligadas através da internet. Um Data Logger agora pode ter medições monitoradas em tempo real pela internet. Enfim, essas funcionalidades aqui mencionadas é o que se conhece atualmente como internet das coisas ou IOT. As novas tecnologias advindas com a revolução 4.0 vem possibilitando transformar muitas funções, sensores, e ações em informações ou valores digitais. Com esses dados na grande rede mundial, a internet, torna-se possível monitorar e controlar de forma quase ilimitada muitas variáveis de interesse para vários setores da vida profissional e nesse contexto pode-se inserir a conservação preventiva de bens de valor cultural.

A grande inovação é que muitos dos dados obtidos com o monitoramento e muito do que precisa ser controlado dentro dos processos da conservação preventiva, estão atualmente dentro de algum equipamento que tem conectividade com rede e a internet. Nesse sentido já existe um novo campo de trabalho a ser desenvolvido que é a conexão da conservação preventiva dentro da ideia de internet das coisas. Existem muitas vantagens nesse processo, tais como a rapidez na obtenção das informações; a facilidade de ver os valores medidos a qualquer momento e onde quer de se esteja; as possibilidades de conexão e análise entre dados diversos para a tomada de decisões e análise de riscos; as possibilidades de controlar, ligar, desligar, receber alarme etc., tudo de forma remota ou local, enfim, existe um campo aberto para pesquisas e experimentos nesse novo mundo.

Fato que não pode ser desconsiderado é a segurança de toda a informação dentro da internet. Certamente para os técnicos de TI pode ser que surjam novos desafios para garantir essa segurança. A partir do momento que existem acionamentos e monitoramentos no ambiente

da internet é necessário ter garantias de que não será fácil a invasão das conexões por pessoas não autorizadas.

É interessante observar que existe considerável número de trabalhos internacionais abordando o tema de internet das coisas dentro da visão de ações para o patrimônio histórico. Em artigo denominado “Cultural Heritage and Internet of Things”, González et al. (2020) comentam que o modelo conceitual de internet das coisas representa uma forma eficaz de monitoramento das coisas ao nosso redor e o Patrimônio Cultural se conforma em um importante campo de aplicação desse conceito, dado que melhorias podem ser integradas a conservação do patrimônio por eficientes sistemas de monitoramento e controle. No mesmo artigo fez-se o comentário de que o monitoramento a longo prazo e a manutenção preventiva podem ajudar a mitigar significativamente os danos e pode também contribuir para redução de custos futuros de restauração. De uma forma geral percebe-se que o monitoramento e controle com as novas tecnologias pode conceder a conservação preventiva dados consolidados, confiáveis e de maneira mais rápida e integrada, proporcionando assim respostas mais rápidas para a manutenção das edificações, bens integrados e acervos existentes.

Em outro artigo bastante rico em detalhes, denominado “The Contribution of IoT to the Implementation of Preventive Conservation According to European Standards: The Case Study of the “Cannone” Violin and Its Historical Copy”, Manfredi et al., (2021) fazem um comentário bastante relevante dizendo que as novas tecnologias de transmissão de valores medidos de sensores ambientais têm sido mais amplamente disponíveis e isso tem facilitado o cumprimento de requisitos de normas vigentes na Europa¹¹. Informam da facilidade de se ter alarmes relativos a limites preestabelecidos e desejados para as variáveis de controle nesse conceito de internet das coisas. Relatam também sobre a instalação minimalista, de baixo custo e não impactante de sensores ligados a internet e a nuvem de dados. Isso facilita o monitoramento de muitos objetos em tempo real e a distância, permitindo assim a observação e controle dos limites críticos potencialmente danosos ao patrimônio.

É possível observar que a introdução do conceito de internet das coisas na conservação preventiva já é um fato do presente e a implementação dessa tecnologia tem viabilidade financeira e apresenta sustentabilidade pois os custos envolvidos não são demasiadamente

¹¹ Os autores citam a norma EM 16242, que é referente a conservação do patrimônio cultural e instrumentos para medir a umidade relativa.

pesados para o caso do Brasil onde as instituições mantenedoras do patrimônio histórico em muitos casos utilizam verbas públicas para esse cuidado.

Uma ação que pode ajudar na consolidação dos dados obtidos através do monitoramento e controle no conceito de internet das coisas pode ser a criação de um site que concentre todas as informações ou valores monitorados e todos os controles que podem ser feitos. Com isso cria-se um sistema onde o acesso ao monitoramento e controle fica viabilizado de forma muito ampla, facilitando assim ações que podem transitar por tarefas cotidianas de analisar dados e controlar o que for necessário, como também agir rapidamente em caso de alarmes oriundos de situações de risco para o patrimônio. Pode-se imaginar por exemplo uma situação na qual em um momento fora do horário de trabalho, chegue a alguém uma mensagem de alarme informando que a umidade relativa de uma sala que abriga acervo está em 95%, algo que poderia ser causado por um descontrole no sistema de climatização. Nessa situação um rápido acesso ao site de monitoramento e controle poderia permitir o desligamento do sistema de ar-condicionado. Uma hipotética situação como essa poderia livrar um acervo valioso de ser submetido a uma condição potencialmente danosa por várias horas. Isso pois em uma situação sem monitoramento e controle a distância, só seria percebido o descontrole quando alguém chegasse ao local.

Aliado ao conceito de internet das coisas pode ser associada a inteligência artificial. Segundo Rouhiainen (2018) inteligência artificial é a capacidade dos computadores de fazer atividades que normalmente requerem inteligência humana. Isso se resume a capacidade que um computador pode ter de, através de um software, trabalhar com os dados recebidos, interpretá-los, aprender com esses dados e enfim tomar decisões de forma semelhante a que um ser humano faria. A grande diferença é que os computadores têm a possibilidade de trabalhar com muitos dados ao mesmo tempo, sem fadiga e com margem de erro mínima e essas são as grandes vantagens. É importante observar que o fato de um computador poder aprender tarefas é algo que vem a auxiliar o homem nas atividades de trabalho. De acordo com o autor, a inteligência artificial vem sendo amplamente utilizada como ferramenta de manutenção preditiva nos setores industriais.

A aquisição e consolidação de dados agrupados pelo conceito de internet das coisas pode fornecer informações a softwares que executam tarefas programadas. De uma maneira bem simples isso pode ser entendido como inteligência artificial. Os softwares de inteligência artificial têm a capacidade de analisar informações, tomar decisões e executar ações. Essas

ações podem ser: ligar e desligar sistemas, mandar mensagens de e-mail informando a necessidade de manutenção de algum equipamento ou sistema, das previsões sobre possíveis danos futuros, indicar índices de riscos para auxiliar na tomada de decisões etc. De acordo com necessidades e requisitos predeterminados é possível que softwares de inteligência artificial venham a ser aliados nos processos de conservação preventiva. Rouhiainen (2018) afirma que inteligência artificial nada mais é do que a ciência dos dados, ou seja, é estudar os dados de forma a tirar deles conclusões e soluções práticas para muitas áreas de trabalho da sociedade humana. A inteligência artificial já faz parte da vida de milhões de pessoas, trazendo soluções facilitadoras para a vida. Isso pode ser visto, como afirma Goussous (2020), no uso do Google Maps e no Facebook. Cabe aos pesquisadores que trabalham com a conservação do patrimônio histórico edificado, fazer suas analogias e adaptar o uso da IA para trazer mais eficácia e soluções inteligentes para a conservação preventiva e o monitoramento. Esse é um dos objetivos do presente trabalho.

Algo bastante relevante que a inteligência artificial pode trazer para a conservação preventiva é a capacidade do sistema de aprender automaticamente, que se caracteriza pelo conceito de Machine Learning. Isso significa que o sistema pode aprender sem ser programado. Segundo Rouhiainen (2018) é essa habilidade que dá aos softwares a capacidade de fazer sugestões e executar ações sem a necessidade da intervenção humana. Nesse sentido usar a inteligência artificial para manutenção de edificações históricas pode representar grandes avanços na mitigação de riscos e na própria diminuição da necessidade de restaurações futuras.

A aplicação da inteligência artificial na gestão da conservação de edificações históricas no Brasil é uma inovação e no presente não foram encontradas pesquisas ou trabalhos em curso. Já no contexto internacional, principalmente na Europa, encontram-se algumas pesquisas e trabalhos em andamento. Embora possa parecer um tema complexo, a aplicação da inteligência artificial no Brasil nas áreas de negócios e indústria é algo bastante encontrado. Verificam-se empresas especializadas na implantação de tais sistemas. É o caso das empresas Aquarius¹² e Accenture, ambas dedicadas a área de gestão de projetos e a implementação da inteligência artificial e possuem destaque pela experiência nessas áreas.

¹² Em contato com a empresa Aquarius foi recebida a informação de que nunca viram no Brasil a aplicação da IA na área de patrimônio histórico edificado. Entretanto informaram que recebem muita demanda de aplicações de IA na área de processos e projetos de manutenção nas indústrias. Desse contato ficou a ideia de que é perfeitamente viável a aplicação da IA para os processos de conservação preventiva e monitoramento e esta empresa poderia prestar consultoria para a implantação desse sistema na área de patrimônio.

Como exemplo de uso recente da inteligência artificial em sítios históricos e abordando os desafios, oportunidades e dificuldades de implementação, Goussous (2020) relata o caso da restauração e manutenção de um conjunto de mais de 10.000 sítios arqueológicos reconhecidos pela UNESCO como patrimônio mundial na Jordânia. Trata-se de Petra, pertencente a um desfiladeiro chamado “Siq” que apresenta danos oriundos do uso turístico e de agentes de deterioração naturais da região.



Figura 111 – Mapa mostrando o desfiladeiro natural 'Siq' medindo 12km servindo o Patrimônio Mundial de Petra como a entrada principal (UNESCO, 2019).

Fonte: Goussous, 2020, p.1351

Segundo Goussous (2020) foi iniciado nessa região um projeto conhecido como “Estabilidade Siq” que consiste em processos de restauração e manutenção baseados em inteligência artificial com o objetivo de maximizar as possibilidades de ações mais rápidas e baratas para reabilitar Petra.

De acordo com o autor o uso de dessa tecnologia na arquitetura é inovação e pode representar grandes ganhos de eficácia para a restauração. O uso da IA pode ser uma mudança relevante nos processos de restauração de locais históricos. Revela também que essa nova tecnologia pode melhorar muito a eficiência da segurança, cronograma e controle de custos nas obras. Entretanto deixa claro que a implementação de IA enfrenta desafios ligados a falta de recursos financeiros, ferramentais, de pessoas e dificuldades nos processos gerais de implementação.

Como resultados Goussous (2020) comenta que o uso da IA nas obras é um desafio para as empresas de construção civil por se tratar de ação inovadora, mas verifica-se que os resultados podem ser muito bons visto que os cronogramas de obra podem ser mais precisos, e a facilidade em adquirir dados favorece a manutenção preditiva, dentre outras vantagens. Afirma-se que soluções de IA podem levar a uma abordagem de restaurações mais eficientes e mais baratas para o patrimônio mundial. Além disso são feitas alusões a benefícios oferecidos por sistemas inteligentes que podem proporcionar aos bens patrimoniais economia de energia, controle de temperatura e sensores que possam monitorar, entregando dados sobre danos, viabilizando assim a eficácia no cuidado com as áreas restauradas.

Embora a IA seja algo realmente novo tanto no contexto brasileiro como no internacional na área de patrimônio histórico, o presente trabalho mostra que é possível sua aplicação, dado a apresentação de considerável gama de ferramentas, equipamentos e exemplos de monitoramento. Junto a isso existe o fato de que no Brasil já se encontram empresas capacitadas a auxiliar na consultoria e implementação de IA. Sendo assim, a seguir mostra-se um diagrama do que pode ser a aplicação da dessa nova tecnologia no contexto brasileiro.

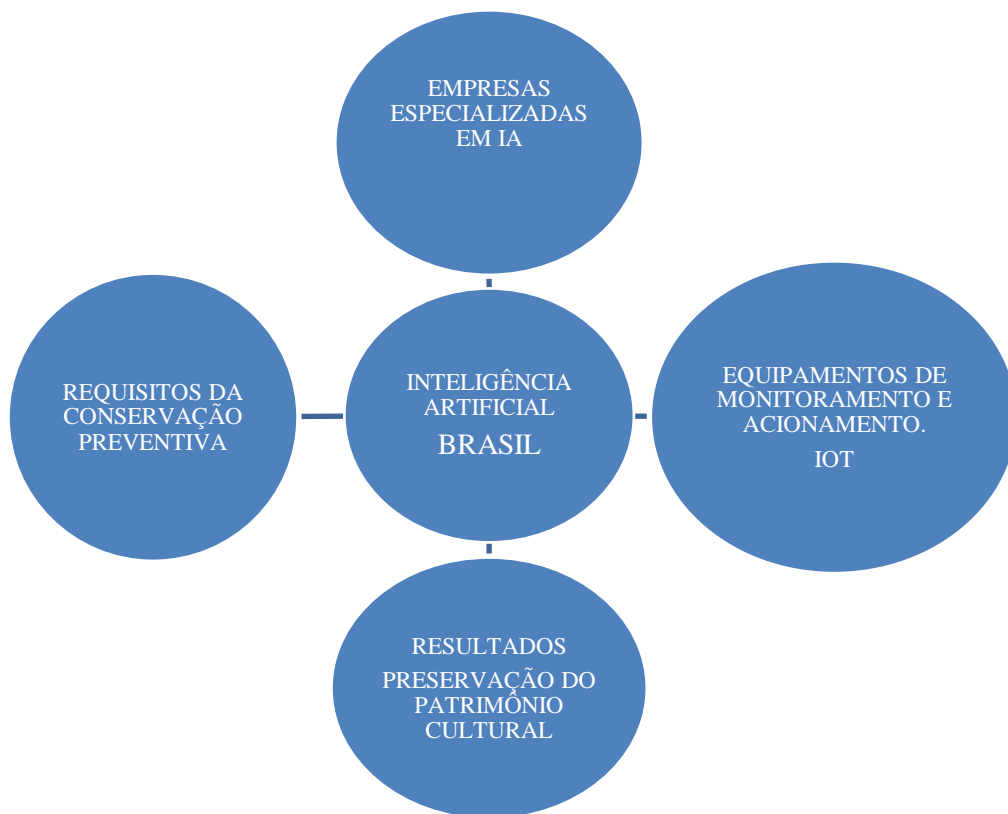


Figura 112 - Ambiente da inteligência artificial no contexto brasileiro.

Fonte: Acervo do Autor.

Como relevância e entrega de eficiência para os resultados que podem ser obtidos das informações coletadas dos equipamentos de monitoramento a inteligência artificial tem o potencial de mostrar resultados consolidados altamente relevantes. De forma simples pode-se dizer que a IA é a análise de cenários de informações digitais com o objetivo de dar previsões e resultados confiáveis. É possível exemplificar o monitoramento da temperatura e umidade em painéis elétricos. A análise de séries históricas destes dados pode indicar e dar várias previsões, tais como: defeitos em painéis elétricos, aumento não reconhecido de consumo de energia elétrica; alterações de uso de algum ambiente em uma edificação etc. É possível reunir grande número de informações em softwares de inteligência artificial e assim obter informações importantes para análise de risco, o que é fundamental dentro dos processos de conservação preventiva.

4.4. Equipamentos Personalizados Para Apoio ao Monitoramento

Os sistemas de captação de imagem evoluíram muito nos últimos anos. São facilmente encontradas no mercado tecnologias low cost tais como: equipamentos para transmissão de imagem de alta resolução, sem fio e a longas distâncias; controles remotos de longo alcance; microcâmeras de alta resolução com DVR e sistema WI-FI para transmissão sem fio; estabilizadores eletromecânicos de imagem; dentre outros.

4.4.1. Veículo de controle remoto com câmeras

O uso da tecnologia de captação de imagens em atividades de conservação preventiva é uma ação que pode apresentar resultados bastante significativos fornecendo informação rápida e precisa para o diagnóstico e prevenção contra danos.

No contexto do presente trabalho foi desenvolvido o protótipo de um veículo com controle remoto integrado a um sistema de sete câmeras dispostas estrategicamente, que enviam imagens para um monitor de vídeo, permitindo assim a pilotagem do veículo remotamente. Durante a atividade com o veículo a gravação das imagens é feita em cartões de memória. O veículo de controle remoto possui especificações técnicas que possibilitam avanço por terrenos com obstáculos, lama, pedras, dentre outros locais de difícil acesso. A ideia central é que o veículo possa monitorar locais em que um profissional não pode ir por motivos de segurança no trabalho, por motivos técnicos ou até mesmo falta de espaço físico para uma pessoa acessar.

A necessidade do uso de um veículo de controle remoto com câmeras surgiu durante uma atividade levantamento de informações para projetos futuros do Departamento de Patrimônio Histórico (DPH) da Fiocruz/Casa de Oswaldo Cruz. Assim foi preciso fazer uma vistoria em um túnel existente na Praça Pasteur que fica localizada no Campus Manguinhos da Fiocruz no Rio de Janeiro. Era preciso entender a dimensão, extensão e uso do túnel. O túnel tem dimensões que não possibilitam a passagem de uma pessoa e não seria uma primeira opção fazer escavações para a análise. Assim, nesse momento foi possível fazer uma associação entre o hobby de automodelismo radio controlado, que é uma prática do autor do presente trabalho, e a lembrança de um documentário que mostrou o uso de veículos de controle remoto na vistoria dos esgotos subterrâneos da cidade de Londres capital da Inglaterra e do Reino Unido. Esses fatos ocorreram em 2016 em um dia normal de trabalho da equipe do DPH. Fruto de todo esse contexto, foi possível escolher um modelo de veículo de controle remoto adequado, pertencente

ao autor desse trabalho. O veículo escolhido, assim como pode ser visto na figura 112 mais a frente, foi o modelo Summit na escala 1/10, do fabricante Traxxas e do estilo Rock Crawler¹³. Como um primeiro protótipo foi instalado no veículo um Ipod¹⁴ para captação e gravação da imagem. Para garantir boa iluminação, foram instaladas três lanternas no veículo. Assim então conforma-se o veículo de controle remoto com câmera e sistema de gravação de imagens.

É interessante esclarecer que existem no mercado vários veículos de controle remoto de alta precisão, grande alcance, além de boa capacidade para vencer obstáculos e podem entrar em ambientes com lama, água e calor. Em sua maioria são fabricados na escala 1/10 ou 1/12, ou seja, são dez ou doze vezes menores do que um carro em tamanho real no qual andamos. O objetivo desses veículos, também conhecidos como automodelo radio controlado, é o hobby, ou até mesmo pode ser considerado um brinquedo. Cabe então associar o conhecimento das necessidades da conservação preventiva, aos de engenharia e do próprio hobby e assim tornar possível a transformação do automodelo em um equipamento para auxílio a conservação preventiva.

O veículo de controle remoto pode ser categorizado como um equipamento low cost. É perfeitamente possível a aquisição, uso e manutenção sem grandes investimentos financeiros. No caso de manutenção, as peças de reposição podem ser encontradas no Brasil em lojas físicas ou online.

Com o que foi informado até aqui, em 2016 implementou-se o primeiro teste de prospecção ou vistoria no referido túnel utilizando-se o veículo de controle remoto. A seguir mostram-se uma foto do veículo e um vídeo do trabalho experimental que foi feito.

¹³ Rock Crawler é o nome que se dá ou a categoria a que pertencem os veículos que tem a capacidade de andar por qualquer tipo de terreno, podendo passar por lugares com buracos, pedras, desníveis, lama, água e todo tipo de irregularidades no terreno.

¹⁴ Ipod é um dispositivo móvel da Apple que possui uma câmera e aplicativos que possibilitam a gravação de vídeos e sons. Esse aparelho é muito parecido com um Iphone, porém não possui a funcionalidade de fazer e receber ligações telefônicas.



Figura 113 - Primeiro protótipo do veículo de controle remoto com câmera feito em 2016.

FONTE: ACERVO DPH



Figura 114 - QR CODE para acesso ao vídeo do primeiro trabalho experimental com o veículo de controle remoto com câmera. Filmagem do túnel na Parca Pasteur.

FONTE: Acervo DPH.

Como desdobramento dessa primeira experiência no uso de um veículo com câmera para vistorias em ações de conservação, foi possível entender as vantagens, desvantagens e melhorias necessárias para que se tenha melhores resultados. A primeira questão observada foi que o veículo utilizado tinha grandes rodas e um tamanho inadequado. Como pode ser visto no vídeo mencionado na figura 113 acima, o veículo não conseguiu ir muito além, pois o túnel tinha uma redução grande de espaço em um dado ponto. Um automodelo menor e com rodas

menores teria passado com facilidade e um vídeo mais eficaz teria sido captado. Outra desvantagem foi o fato de existir apenas uma câmera e esta, ser fixa. Se tivessem mais câmeras e ao menos uma delas móvel, muito mais detalhes do túnel teriam sido captados. Mesmo com todas as limitações identificadas, foi possível captar uma boa imagem, a qual foi suficiente para uma obtenção das primeiras impressões sobre a dimensão, forma construtiva e provável uso do túnel. A conclusão a que se chegou foi a de o uso do túnel seria para conduzir um grande fluxo de águas pluviais do nível mais alto da Praça Pasteur até um nível mais baixo, levando assim o fluxo de água até uma rua abaixo da praça. Na figura abaixo mostra-se o caminho do túnel marcado pela linha tracejada na cor azul.

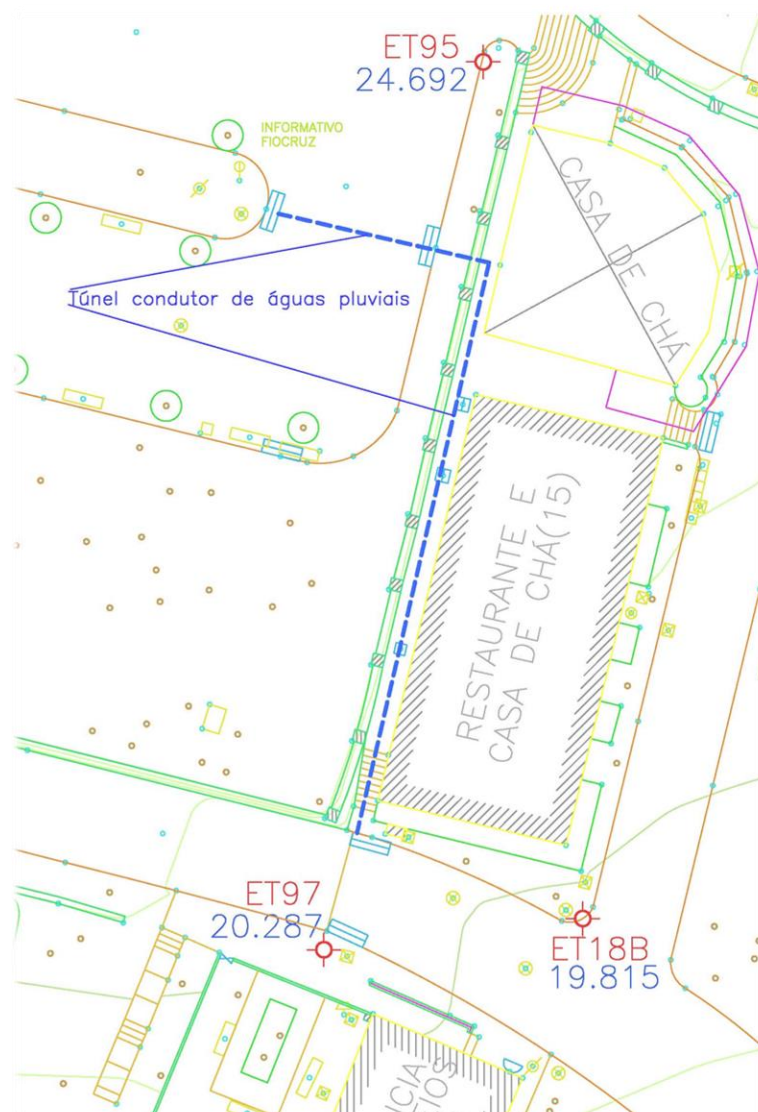


Figura 115 - Caminho do túnel identificado.

FONTE: Acervo DPH.

Depois dessa primeira experiência com a filmagem no túnel e com os dados coletados, objetivou-se procurar por um equipamento que pudesse proporcionar mais adequação ao uso do veículo de controle remoto tanto no sentido de melhor penetração em ambientes difíceis, quanto na melhoria do sistema de captação de imagem.

No que se refere ao veículo mais adequado, optou-se pelo modelo 10428 na escala 1/10, do fabricante WLtoys. Esse veículo é bem menor que o modelo do primeiro protótipo, possui rodas bem menores e tem características técnicas suficientes para andar por locais com água, lama e calor. Nas figuras 115 e 116 a seguir é possível visualizar a grande diferença de tamanho entre os veículos. É importante ressaltar que a escolha do veículo precisa ser criteriosa. Existem alguns modelos e marcas que são apenas brinquedos e assim não terão resistência e capacidade de andar por ambientes de acesso difícil. Além disso o sistema de controle remoto precisa ser de uma especificação mínima que permita o controle a longas distâncias. As especificações mínimas para um veículo que possa ser utilizado como um equipamento para a conservação preventiva são as seguintes.

- 1 – Escala 1/10 ou 1/12,
- 2 – Controle remoto digital com frequência de 2,4 Ghz,
- 3 – Tração integral nas quatro rodas,
- 4 – Sistema de direção e aceleração com controle proporcional¹⁵,
- 5 – Ser do tipo off-road na categoria Rock Crawler,
- 6 – Ser energizado por bateria de Lítio ou NIMH¹⁶.

¹⁵ Controle proporcional significa uma movimentação bastante seletiva no controle da direção e aceleração do veículo. Com esse tipo de controle é possível mudar milimetricamente a posição do veículo. Sem o controle proporcional a movimentação é muito brusca, o que diminui a eficiência na movimentação e na captação de imagens.

¹⁶ Lítio e NIMH são compostos químicos. Baterias com esses compostos tem mais energia e proporcionam mais tempo no uso do veículo, podendo chegar a um uso de mais de uma hora. Outros tipos de bateria podem não proporcionar grandes períodos de uso do veículo.



Figura 116 - Comparação entre os tamanhos de dois modelos de veículos de controle remoto.

FONTE: Autor.



Figura 117 - Comparação entre o tamanho das rodas de dois veículos de controle remoto.

FONTE: Autor.

Pensando em como seria possível melhorar o sistema de captação de imagens e integrar a funcionalidade de se poder pilotar o veículo como se estivesse dentro dele, concluiu-se que um sistema de FPV¹⁷ seria a solução. Esse sistema é utilizado nos drones e possibilita pilotá-lo como se estivesse dentro dele. Nesse sentido um sistema de FPV com várias câmeras possibilitaria não só a pilotagem, como também ver o ambiente em tempo real como se estivesse dentro do veículo. Nesse ponto onde já se tinha idealizado como fazer melhorias para o que na realidade se conforma como um equipamento de conservação preventiva, fica evidente o valor

¹⁷ Da língua inglesa, FPV significa First Person View. Em português pode ser traduzido como Visualização em Primeira Pessoa.

da interdisciplinaridade. Foi preciso associar conhecimentos integrados entre engenharia, hobby de automodelismo e conservação preventiva.

Para implementar as melhorias no sistema de captação de imagens foi feita uma pesquisa com o objetivo de encontrar equipamentos de baixo custo e disponíveis em lojas no Brasil. Nesse contexto verificou-se que tais equipamentos são facilmente encontrados tanto em lojas virtuais como físicas no Brasil e fazem parte do mercado de sistemas de geração de imagens para uso em drones e segurança eletrônica.

O sistema de captação de imagens idealizado funciona energizado por baterias, é composto por sete câmeras, um dispositivo de seleção de imagens, um monitor de vídeo, um guimbal¹⁸ para movimentação de uma das câmeras, um transmissor e receptor de controle remoto e um equipamento de transmissão sem fio de imagens. A seguir mostra-se a imagem e descrição de cada equipamento. Aqui vão as descrições iniciais e mais a frente serão apresentadas informações mais detalhadas e poderão ser vistos vídeos para melhor compreensão de todo o sistema.



Figura 118 - Minicâmera Fpv 1000tvl 2.8mm Palm Ntsc Wide Angle.

FONTE: Autor.

Câmera com grande ângulo de visão que proporciona ver o ambiente com capacidade muito semelhante ao olho humano. A escolha dessa câmera se baseou na viabilização de ver o ambiente como se estivesse dentro do veículo de controle remoto. O sistema é composto por três dessas câmeras.

¹⁸ Guimal é um equipamento que mecânico onde se fixa uma microcâmera para que através de um controle remoto possa ser possível a movimentação da câmera verticalmente e horizontalmente.



Figura 119 - SQ10 Minigravador de Câmera Full HD 1080 P Micro dv Sensor de Movimento USB Câmera Filmadora Câmera de Visão Noturna Infravermelha.

FONTE: Autor

Essa câmera é especificada como um minigravador de vídeo (Micro DV). Ela possui grande qualidade de imagem, bateria interna e recebe um cartão de memória no qual grava áudio e vídeo. O veículo de controle remoto possui quatro câmeras com essa especificação. Essas câmeras ficam fixas de forma que os ângulos de visão sejam cruzados, permitindo assim a maior visualização possível do ambiente em que estiverem.



Figura 120 - 73. G T. power 3 Canais Vídeo Switcher.

FONTE: Autor.

Seletor de vídeo para três câmeras. Esse equipamento é interligado a um sistema de controle remoto e permite a sejam selecionadas cada uma das câmeras ligadas a ele. O objetivo desse equipamento é permitir que no monitor de vídeo seja vista a imagem desejada de acordo com as necessidades de pilotagem do veículo de controle remoto.



Figura 121 - 72. Guinbal – FPV de Câmera com 2x Servos 9g.

FONTE: Autor.

Esse equipamento, conhecido como guinbal, permite a fixação e movimentação de uma microcâmera. Ele é interligado a um controlador que recebe os comandos do controle remoto e assim a câmera é movimentada verticalmente e horizontalmente.



Figura 122 - Receptor do controle remoto sem fio.

FONTE: Autor.

Receptor do sistema de controle remoto para o controle de seleção das câmeras e para o controle do guinbal.



Figura 123 - Controle remoto e transmissor para o controle das câmeras.

FONTE: Autor.

Controle remoto para comandar a seleção das câmeras e para movimentar o guimbal. Esse equipamento se comunica com o receptor mostrado na figura 121 acima.



Figura 124 - 81. Monitor de Fpv de 5 Polegadas, Lcd a Cores de 1024x600.

FONTE: Autor.

Tela para visualizar as imagens das câmeras utilizadas para a pilotagem do veículo de controle remoto.



Figura 125 - 82. Gravador de Vídeo de Áudio para sistema de Fpv.

FONTE: Autor.

Gravador de áudio e vídeo para as câmeras de pilotagem do veículo de controle remoto. As gravações são feitas em um cartão de memória.



Figura 126 - Equipamento para transmissão sem fio das imagens captadas pelas câmeras de pilotagem do veículo de controle remoto. FONTE: Autor.

Sistema de transmissão de imagem sem fio que permite visualizar no monitor as imagens captadas nas câmeras que ficam no veículo. Na figura 125 acima, a peça maior é o receptor que fica junto ao monitor de vídeo e a peça menor é o transmissor que fica no veículo de controle remoto. As duas peças pretas e finas são as antenas que se conectam uma no receptor e outra no transmissor. As outras peças que estão na imagem são os cabos para que sejam feitas as ligações entre as partes.



Figura 127 - Baterias para o sistema de transmissão e controle das imagens. FONTE: Autor.

Baterias para a energização de todo o sistema de transmissão de imagem. Na figura 126 acima, a bateria maior alimenta o transmissor no veículo e uma outra como essa alimenta o receptor, gravador e monitor de vídeo que ficam junto a que está operando a pilotagem do veículo. A bateria menor a direita na imagem acima fica dentro do veículo para alimentar o sistema de controle remoto das câmeras.

A conformação das câmeras do veículo foi feita da seguinte forma:

- 1 – Todas as sete câmeras têm suas imagens gravadas em cartão de memória.
- 2 – Existem três câmeras que são utilizadas para a pilotagem. A câmera frontal, que é movimentada via controle remoto, tem a função de ser o olho de quem pilota o veículo,

permitindo uma visão de 180 graus vertical e horizontalmente. As outras duas câmeras são fixas por suporte móveis, ou seja, é possível fixá-las em posições desejadas, e permitem a visualização superior e traseira em relação ao veículo. A imagem dessas três câmeras, no monitor, pode ser selecionada via controle remoto, sendo possível ver uma câmera de cada vez. Essas câmeras são as descritas na figura 117.

3 – Complementando o sistema, existem mais quatro câmeras fixadas no veículo de forma que os ângulos de visão dessas câmeras se cruzam. Assim todo o conjunto de sete câmeras permite uma varredura bastante ampla de todo o ambiente por onde o veículo passar. A figura 118 apresenta a descrição dessas câmeras.

Fato importante é a autonomia do veículo. Para um uso dentro de condições sem grandes obstáculos no trajeto, a duração de uma atividade é de 40 minutos. Nesse tempo as baterias de todos os sistemas do veículo chegam ao limite. Para um uso seguro, considerando que o veículo pode ter ido a uma grande distância e precisará voltar ao ponto de partida, a autonomia é de 30 minutos.



Figura 128 - Veículo de controle remoto com câmeras.

Fonte: Acervo do autor.

A seguir existe o acesso, via QR Code, para três vídeos que darão uma visão mais clara de como é o veículo de controle remoto com câmeras e como se faz o uso do mesmo em situações de vistoria.



Figura 129 – QR Code para acesso a um vídeo que mostra a descrição do sistema do veículo de controle remoto com câmeras.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 130 – QR Code para acesso a um vídeo que descreve como se usam as câmeras de pilotagem do veículo de controle remoto.

Fonte: Acervo do autor.



Figura 131 – QR Code para acesso a um vídeo que mostra a pilotagem do veículo de controle remoto usando as câmeras como referência. Fonte: Acervo do Autor.

No ambiente de trabalho da preservação do patrimônio histórico edificado que existente na Fiocruz, muitas áreas demandam monitoramento para que a conservação preventiva possa

ser feita corretamente. Nesse sentido as tecnologias contemporâneas, como o veículo de controle remoto, têm sido ótimas ferramentas auxiliares, e têm levado a resultados eficazes. É possível que isso seja uma grande contribuição para a preservação de monumentos e sítios históricos no Brasil.

Como teste para obter resultados reais e para entender os limites de aplicação desse ferramental de monitoramento, o veículo de controle remoto foi utilizado em um ambiente de difícil acesso onde existem suspeitas de infiltrações. Os resultados obtidos foram de muita relevância para as ações de conservação preventiva. As imagens obtidas foram de qualidade suficiente para servirem de base para as ações de preservação e monitoramento e os equipamentos funcionaram perfeitamente, atendendo as expectativas. A seguir mostra-se imagens de trabalhos que foram feitos com o veículo de controle remoto.



Figura 132 - Imagem de vistoria no entreferro do Pavilhão Mourisco revelando patologia de infiltração.

Fonte: Acervo COC/DPH.



Figura 133 - QR Code para visualização do vídeo completo da vistoria de onde foi tirada a imagem anterior.

Fonte: Acervo do autor.

A imagem e o vídeo que pode ser visto pelo QR Code acima são um ótimo exemplo da funcionalidade e resultados que o veículo de controle remoto com câmeras pode oferecer. O local onde foi feita a vistoria indicava suspeita de infiltração e o acesso é bastante nocivo para circulação de um profissional pois não há espaço para andar devido ao baixíssimo pé-direito. Além disso, como pode ser visto no vídeo, existe um espaço para a passagem que mal cabe uma pessoa. No decorrer do vídeo também é possível observar várias outras coisas como a integridade das ferragens do teto e das bases estruturais que existem no local. Assim o veículo de controle remoto pôde andar pelo local livremente e boas imagens foram capturadas e isso representou uma ótima ferramenta de trabalho para a conservação preventiva.

4.4.2. Minicâmera ip wi-fi

Em diversas situações nos processos de conservação preventiva a captação de imagens pode ser uma ferramenta de grande utilidade e eficácia. Ações como vistorias em tubulações de águas pluviais, vistorias no interior de telhados onde o acesso seja impossível a uma pessoa, monitoramento em locais de difícil acesso etc., podem ser facilitadas por câmeras bem pequenas, que cabem na palma da mão. Esse tipo de câmera pode ser conectado a uma rede sem fio WI-FI para envio de vídeo em tempo real, fotos e áudio pela internet. Podem também serem conectadas direto a um celular no caso de não haver rede WI-FI local, e assim a imagem também é vista em tempo real. Essas câmeras também possuem conexão para cartões de memória do tipo Micro SD onde são gravados os vídeos, áudio e fotos.



Figura 134 – Minicâmera IP WI-FI.

Fonte: Acervo do autor.

Características muito relevantes desse tipo de câmera são a alta resolução e podem filmar e tirar fotos em ausência de luz. Essas funcionalidades garantem boa imagem para monitoramentos em qualquer situação.

Pelo fato de serem câmeras IP, que funcionam com conexão à internet, existe a possibilidade de usar essas câmeras para o monitoramento remoto. Existe uma bateria interna que fornece autonomia de uma hora. Para maiores autonomias pode-se ligar a câmera através de um cabo micro usb a um carregador de celular e assim a autonomia será contínua enquanto houver energia. Nesse sentido minicâmeras como essa podem ser ferramentas de grande utilidade para inúmeras situações em que se precisa de vídeos em tempo real ou fotos.

O controle da câmera é feito por aplicativos em celulares ou tablets onde se pode fazer filmagens, escutar o áudio do ambiente, tirar fotos, passar a imagem para modo noturno (ausência de luz) e outras configurações.

Em locais onde não exista uma rede sem fio é possível uma conexão pela rede WI-FI que a própria câmera cria. Nesse caso não haverá conexão com a internet, mas a distância em torno dos quinze metros da câmera é possível monitorar com um celular ou tablet, obtendo vídeo em tempo real, fotos e áudio e todas as demais configurações existentes.



Figura 135 - Fotos tiradas com a câmera WI-FI. A foto a esquerda foi tirada sem nenhuma luz e a foto a direita foi tirada a noite com pouca luz.

Fonte: Acervo do autor.

4.4.3. Microcâmeras com transmissor de longa distância

Como descrito anteriormente existem câmeras que podem ser conectadas via rede sem fio. Entretanto esse tipo de conexão pode ser limitado no que se refere a lugares em que não tem sinal de rede sem fio ou também em situações em que a conexão WI-FI que a câmera gera pode não atender. Para essas situações existe a opção de ligar uma microcâmera a um transmissor sem fio de longa distância. Dependendo do local esses transmissores ultrapassam os quinhentos metros de distância com facilidade. A desvantagem desse sistema é que necessita de fontes de alimentação ou alimentação elétrica por baterias de alta durabilidade. No caso de baterias a autonomia segura fica em torno de duas horas, dependendo da capacidade da bateria. Existem baterias para várias autonomias e quanto maior a autonomia mais cara é a bateria. Obviamente que para um monitoramento constante teriam que ser utilizadas fontes ligadas a uma tomada elétrica ao invés de baterias. É necessário também a ligação por cabos entre os componentes do sistema para que tudo funcione. Algumas ligações são feitas no transmissor e outras no receptor. As imagens podem ser vistas através de um monitor de cinco polegadas que pode ficar em torno de quinhentos a mil metros de distância do local onde a câmera se localiza.

A câmera para esse sistema é bem pequena, tem alta resolução, possui capacidade de filmar sem presença de luz e tem slot para um cartão de memória do tipo Micro SD. As configurações da câmera, tais como tipo de resolução, modo noturno (para locais sem presença de lua), e demais configurações, são feitas direto na câmera através de botões existentes. A figura 135 abaixo mostra o sistema de transmissão de imagens. Esse é o sistema que foi instalado no veículo de controle remoto com câmeras descrito no item 4.4.1 do presente trabalho.



Figura 136 - Sistema de transmissão sem fio para vídeos em tempo real.

Fonte: Acervo do autor

4.5. Equipamentos especializados para subsidiar diagnósticos e projetos

4.5.1. Radar portátil para análise de estruturas

Existem no mercado novos tipos de GPR que são de uso portátil e dedicados a análise estrutural. Nesse sentido essa nova tecnologia pode ser de muita utilidade na conservação preventiva e monitoramento de edificações históricas. Isso se faz necessário pois geralmente não são encontrados projetos estruturais de edificações centenárias. Assim a análise estrutural com GPR pode ajudar no levantamento dessas estruturas antigas, viabilizando a manutenção e fornecendo o conhecimento do que existe dentro das estruturas em momentos de reformas ou adaptações ao uso, algo que é muito comum durante a mudança de usos ou até necessidades inerentes a manutenção do uso das edificações históricas.

Essas novas tecnologias de GPR são conectadas a dispositivos móveis como tabletes, o que fornece todas as vantagens da colaboração remota e facilidade na visualização instantânea dos resultados.



Figura 137 - Radar portátil de penetração no solo.

Fonte: <https://www.proceq.com/pt/compare/proceq-gpr-live5/>

Esse tipo de equipamento tem um custo bastante elevado e requisitos de manutenção que o tornam mais adequado ao uso via contratação de serviços. Existem empresas especializadas nesse tipo de serviço.

4.5.2. Scanner para paredes

Existem situações nas ações de conservação preventiva ou até em momentos de obras, onde é necessário investigar onde possam estar passando algum tipo de instalação na parede ou em pisos. Para dar solução a essa necessidade existe scanners portáteis que possibilitam investigar instalações não muito profundas.



Figura 138 - Detector e Scanner de Materiais até 150 milímetros.

Fonte: <https://www.bosch-professional.com/br/pt/products/scanner-de-parede-d-tect-150-0601010005>

Esse Scanner de estruturas permite a detecção de tubulações com água ou sem água até cento e cinquenta milímetros de profundidade em estruturas. Tem diversas configurações e permite a identificação do centro da tubulação identificada. É um ótimo acessório para o dia a dia de equipes de conservação preventiva e monitoramento.

4.6. Acionamentos Remotos – Ligar e Desligar Qualquer Coisa

Alinhados ao conceito de internet das coisas existem no mercado equipamentos que dão acesso remoto ao controle de ligar e desligar qualquer coisa. Essa possibilidade pode ser utilizada para desligar remotamente algum equipamento para que danos não ocorram, aliada a sensores inteligentes que podem dar informações de alarmes ou de riscos. Nesse sentido existem tomadas, acionadores, interruptores e disjuntores inteligentes que permitem o total controle sobre ligar e desligar remotamente o que se quiser dentro da segurança e necessidades estabelecidas.

As tomadas inteligentes são conjugadas com um sistema de conexão WI-FI que permite o controle de ligar e desligar a tomada via internet através de dispositivos móveis como celulares e tablets ou por computadores.



Figura 139 - TOMADA INTELIGENTE 16A. PARA INSTALAÇÃO SOBRE TOMADA COMUM EXISTENTE

Fonte: <http://www.ekaza.com.br/automacao/tomada-inteligente-16a/>



Figura 140 - Conjunto de Tomada Inteligente WiFi Branco Líder. TOMADA INTELIGENTE PARA EMBUTIRA NA PAREDE.

Fonte: https://www.eroymerlin.com.br/conjunto-de-tomada-inteligente-wifi-branco-lider_90377175

Como pode ser visto nas duas figuras anteriores, existem dois tipos de tomada. Uma que se instala normalmente sobre a tomada comum que já esteja instalada e outra que pode ser embutida na parede como tradicionalmente já se conhece. Em ambos os casos o que for ligado

nessas tomadas inteligentes passa a poder se ligado ou desligado pela internet de qualquer local do mundo. É possível também ligar e desligar localmente essas tomadas por um botão existente.

Além do fato do acionamento remoto das tomadas, existem as funcionalidades de programação horaria, monitoramento de valores do consumo energético, automação do uso da tomada em conjunto com outras tomadas e sensores e baseado também nos dados elétricos que são monitorados.

Quanto à programação horária, é possível estabelecer uma agenda para quando se deseja que a tomada fique ligada e por quanto tempo. Isso pode ser útil para locais onde se deseja que algum equipamento ou qualquer outro aparelho elétrico fique ligado por períodos e dias determinados. O sistema também envia notificações via internet registrando os momentos em que a tomada está ligada ou não. É possível também monitorar as informações elétricas da tomada em tempo real a qualquer momento via aplicativo.

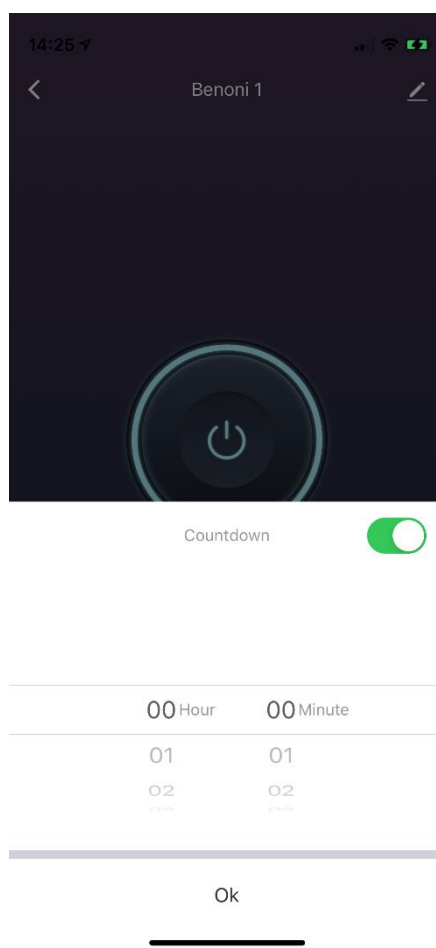


Figura 141 - Tela do aplicativo da tomada inteligente EKAZA onde se faz a programação horária.

Fonte: Autor do presente trabalho.

A imagem a seguir mostra a tela onde pode ser monitorado em tempo real da tomada. Com base nesses dados é possível fazer automações diversas. Por exemplo, pode-se limitar a potência da tomada de forma que ao ser atingido um limite máximo ou mínimo de potência escolhido, a tomada desligue o que está ligado a ela.

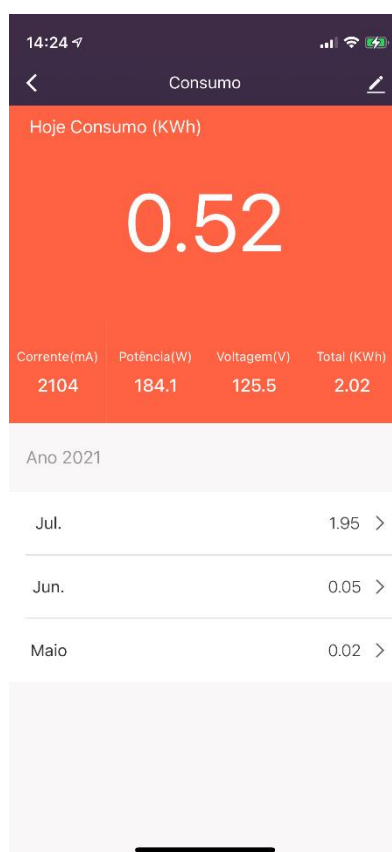


Figura 142 - Tela de monitoramento da tomada inteligente EKAZA com dados elétricos.

Fonte: Autor do presente trabalho.

Outra funcionalidade de automação possível é na situação em que existem vários sensores inteligentes conectados na mesma rede WI-FI. Como exemplo pode-se pensar em uma situação em que se deseja que, com base no valor de temperatura definido, determinada tomada seja desligada e para outro valor de temperatura a tomada seja religada. Automações assim podem ser feitas com base em informações de diversos sensores, tais como: Temperatura, umidade, sensores de presença, sensores de abertura de porta, sensores de fumaça, sensores de gás etc. É bastante relevante a quantidade de possibilidades relacionadas à mitigação de riscos,

monitoramento e acionamentos que podem ser feitos remotamente com base em tomadas inteligentes. Cabe aos profissionais da conservação preventiva em um ambiente de interdisciplinaridade identificarem suas necessidades e assim usar a tecnologia.

Assim como as tomadas inteligentes, os interruptores podem ser conectados à rede WI-FI e o controle de ligar e desligar será feito pela internet através de aplicativos para celulares e tablets. Quanto a parte de automação, monitoramento e programação horária, seguem-se as mesmas diretrizes do que foi dito anteriormente para as tomadas. Nesse sentido com o uso de interruptores inteligentes é possível levar para iluminação dos ambientes em uma edificação histórica não só ligar ou desligar a luz, mas si usar a luz de forma inteligente e econômica. Um bom exemplo de automação seria o monitoramento inteligente de presença de pessoas juntamente com uma programação horária, viabilizando-se assim o desligamento de toda a iluminação de um ambiente a partir de certo horário desde que não seja detectado movimento. Uma automação como essa pode representar grande economia de energia ao longo de um ano. Isso significa trazer para os ambientes de uma edificação histórica a alta tecnologia sem instalações invasivas e degradantes ao patrimônio.



Figura 143 - Interruptor 127V Inteligente Wi-Fi.

Fonte: https://www.eroymerlin.com.br/interruptor-127v-inteligente-wi-fi-multilaser-liv_90663013

A figura acima mostra um interruptor inteligente. A instalação do interruptor é de maneira convencional embutido na parede. O acionamento pode ser local também apertando o interruptor de maneira tradicional.

Os acionadores inteligentes, mais conhecidos tecnicamente como relés ou interruptores inteligentes são equipamentos que possuem interface de ligação com redes WI-FI e assim fica possibilitado o acionamento via internet. O objetivo desses acionadores é possibilitar a inserção de inteligência a sistemas tradicionais. Com um exemplo disso pode-se pensar em um painel de comando do sistema de ar-condicionado de uma edificação histórica em que um operador precisa chegar até o painel para ligar o sistema ou fazer qualquer outra manobra utilizando os botões de comando do painel. Através de um projeto bem simples usando acionadores inteligentes é possível passar todo o controle de um painel tradicional para o controle a distância pela internet.



Figura 144 - Acionador inteligente WIFI.

Fonte: https://www.casadarobotica.com/loja/busca.php?loja=650361&palavra_busca=SAMOFF+DUAL

O controle desse equipamento, assim como as tomadas inteligentes é feito via a aplicativo para celulares e tablets e é possível fazer toda gama de automações com base em informações de outros sensores assim como já foi explanado para as tomadas inteligentes. O grande diferencial desse acionador inteligente é que ele permite transformar qualquer sistema de controle tradicional em controle inteligente. Nesse sentido é possível transformar uma edificação histórica em edificação inteligente no que se refere aos controles elétricos e eletrônicos. Coisas como iluminação monumental, sistemas de controle de bombas de cisterna,

painéis de comando de ar-condicionado, enfim, tudo que tiver um acionamento manual, agora pode ter um acionamento inteligente. E isso sem nenhum impacto invasivo ao patrimônio.

Os painéis elétricos são compostos por disjuntores que tem a função de proteger os cabos elétricos contra sobrecargas de corrente elétrica. Contemporaneamente existem os disjuntores inteligentes que possuem conexão WI-FI e através da internet podem ser controlados, monitorados e passa a ter a nova função de poderem fazer parte de sistemas automatizados onde é possível controlar os disjuntores via informações de outros sensores tais como temperatura, umidade, fumaça, gases etc.



Figura 145 - Disjuntor inteligente Wi-Fi.

Fonte: https://www.amazon.com.br/ZSGG-Sobretens%C3%A3o-Interruptor-Religamento-Inteligente/dp/B08R8BM8Q1/ref=pd_sbs_2/134-0088827-2694842?pd_rd_w=9qn7Y&pf_rd_p=b8ebb482-bd5c-44c7-897d-f2af788c8343&pf_rd_r=98OHZZB5WYC81HH71F1P&pd_rd_r=5b511b85-49e2-4170-9fe5-984650645cdf&pd_rd_wg=25zYF&pd_rd_i=B08R8BM8Q1&psc=1

Com esses disjuntores inteligentes é possível automatizar completamente um painel elétrico, tornando possível ter 100% de controle via internet. Além do controle existe toda uma gama de monitoramento de dados elétricos que permitem ter um controle e mitigação de riscos de incêndio inteligentes. Com os recursos de monitoramento é possível estabelecer alarmes comunicados via internet, sobre informações que podem antever defeitos e até mesmo falhas que poderiam levar a incêndios. No mercado de engenharia elétrica já existe o conceito de painel elétrico inteligente, que poderia ser adotado para edifícios históricos. Para aplicar a

tecnologia inteligente não são necessárias instalações invasivas. Além disso essa tecnologia contribui em muito para a mitigação de riscos ao patrimônio, tais como: incêndio, inundação por água, temperaturas fora das permitidas, umidade relativa muito alta, dentre outros. Com o controle inteligente é possível agir muito mais rápido do que com o sistema tradicional onde tudo depende de centrais concentradoras de informações e que dependem de um operador e observador. Com os sistemas inteligentes a mensagem de alarme chega instantaneamente e a ação pode ser imediata e de qualquer lugar onde se esteja.

5. Capítulo 4 – Recomendações de Monitoramento para os Edifícios Históricos da Fiocruz

O campus Manguinhos da Fiocruz é um ambiente que contém uma área de preservação e várias edificações históricas. Fazem parte desse conjunto: Caminho Oswaldo Cruz, Pavilhão Mourisco e jardim, Pavilhão do Relógio (Pavilhão da peste), Cavalariça, Pavilhão Figueiredo de Vasconcelos (Quinino), Casa de Chá e Anexo, Praça Pasteur, Pombal, Casa Amarela, Pavilhão Rockefeller, Pavilhão Artur Neiva e jardim, Pavilhão Carlos Augusto da Silva, Portaria da Avenida Brasil e jardim e Hospital Evandro Chagas. O que se pretende aqui é selecionar situações em que o monitoramento poderá ser uma realidade para as edificações de valor histórico existentes e para o campus em sua área de preservação. Nesse sentido serão apresentadas algumas sugestões de monitoramento que possam ser relevantes.

O critério para a indicação de monitoramentos será baseado nos dez agentes de deterioração assim como foi descrito no capítulo três do presente trabalho. Também será usado como base a análise de riscos para patrimônio que foi feita pelo grupo de trabalho de gerenciamento de riscos e conservação preventiva da Casa de Oswaldo Cruz. Em 2020 foi divulgado o relatório do primeiro ciclo de implementação da gestão de riscos para o patrimônio cultural da Fiocruz, que adotou como referência o Método ABC e orientado pela ferramenta dos dez agentes de deterioração (Fundação Oswaldo Cruz. Casa de Oswaldo Cruz, 2021). Dentro desse contexto, para cada edificação serão indicados equipamentos e locais que podem receber monitoramento.

No que se refere ao acervo arquitetônico, essa análise de riscos contemplou três edifícios históricos da Fiocruz que foram o Pavilhão Mourisco, Cavalariça e o Pavilhão do Relógio. Para esses edifícios então serão indicados equipamentos de monitoramento, dado que já existe toda uma análise de riscos concluída.

É relevante esclarecer que o objetivo será indicar o que pode ser feito em termos de monitoramento constante e em alguns casos o monitoramento em certas épocas, como é o caso das chuvas de verão onde podem surgir riscos ao patrimônio.

5.1. Monitoramentos na edificação Pavilhão Mourisco



Figura 146 - Pavilhão Mourisco. Fonte: Acervo Fiocruz/COC/DPH – Peter Illiciev.

O Pavilhão Mourisco é uma edificação que possui mais de cem anos e atualmente tem um uso bastante diversificado. O edifício foi concebido para abrigar laboratórios, biblioteca e salas de trabalho. Muitos laboratórios que ocupavam o castelo foram relocados para outros edifícios e os seus espaços atualmente têm principalmente uso administrativo e cultural. Também conhecido como Castelo da Fiocruz, possui estilo arquitetônico inspirado na arte hispano-muçulmana. Foi construído no contexto do ecletismo do início do século 20 e projetado pelo arquiteto Luiz Moraes Junior. A construção do edifício começou em 1905 e as obras foram concluídas em 1918 (BENCHIMOL, 1990).

O Pavilhão Mourisco possui aproximadamente seis mil metros quadrados de área construída, distribuída em sete andares e tem seu uso concentrado em escritórios, banheiros, áreas para guarda de materiais de limpeza, áreas utilizadas como depósitos de materiais diversos dos usuários da edificação, uma área de guarda de acervos do patrimônio histórico que fica em um subsolo e uma sala que abriga o painel elétrico geral da edificação.

O primeiro pavimento abriga a recepção da edificação, possui banheiros e diversas salas que são utilizadas como escritórios. O segundo pavimento é composto por usos de escritórios salas com acervos, salas de exposição permanente e dois laboratórios. No terceiro pavimento existem duas salas que funcionam como guarda dos acervos da Seção de obras raras da biblioteca de Manguinhos, um ambiente que é conhecido como salão de leitura e existem salas com o uso de escritório e tem um grande salão que abriga exposições temporárias. Os pavimentos quarto e sexto são ambientes conhecidos como ambientes técnicos. Existem nesses lugares painéis elétricos, sistemas de ar-condicionado, sistemas do elevador e caixas de água para abastecimento de toda a edificação. O quinto pavimento do Pavilhão Mourisco é um ambiente que abriga escritórios em sua totalidade, além de existirem painéis elétricos e sistemas de TI nas circulações que dão acesso as salas. Ligado ao quinto andar encontram-se as áreas externas que são terraços e duas torres. Tecnicamente cada torre possui três pavimentos sendo que somente o térreo tem uso definido, no qual uma das torres abriga um escritório e a outra uma sala de reuniões.

Baseado nos usos que são feitos e no contexto em que está inserido, os principais riscos para o Pavilhão Mourisco estão relacionados aos agentes de deterioração, fogo, água, temperatura inadequada, umidade relativa inadequada, roubo e vandalismo e dissociação.

O maior risco que pode haver para uma edificação é o fogo. Nesse sentido já existe instalado nessa edificação um sistema de combate e detecção a incêndio com central de comando e sensores sem fio, o que permitiu uma instalação minimalista em termos de aspectos visuais ruins para a edificação. Assim sendo esse sistema já é uma realidade dentro das propostas de mitigação dos riscos e monitoramento para toda a edificação. Será instalada também uma rede de hidrantes e existem cilindros extintores de incêndio. Está em estudo a viabilidade da instalação de sprinklers nos locais mais recomendados. Essas ações estão sendo planejadas pelo Departamento de Patrimônio Histórica da Fiocruz, em um cronograma, e tem previsão de execução no ano de 2022. Para as áreas de acervo já estão instalados sistemas de detecção por sucção de ar e sistemas de combate via gás inerte que elimina o oxigênio, evitando assim a propagação de incêndios. Recomenda-se também a instalação de monitores de temperatura, umidade e grandezas elétricas para todos os painéis elétricos desse andar, além do uso da câmera termográfica para o monitoramento via vistorias programadas. Esses equipamentos permitirão a aquisição de informações que servirão como indicadores para os

serviços de conservação preventiva, mitigando assim riscos de incêndio nas instalações elétricas.

No caso do agente “água” indica-se que sejam instalados sensores inteligentes para o monitoramento de inundação por água na área dos banheiros e próximo a caixas de água. É recomendado também automação, que é feita com relés inteligentes, das bombas de água que ficam dentro da edificação em um pequeno ambiente junto aos banheiros no térreo. Essas bombas são responsáveis por levar água até as caixas de água dos Pavilhão Mourisco. Ao longo dos anos ocorreram alguns vazamentos de água das bombas e isso causou danosa inundação de água no piso do térreo e esquadrias. Ampliando a estratégia de redução de riscos, podem ser instalados sensores de inundação por água em locais estratégicos junto a drenos de ar-condicionado. Já foram detectadas algumas inundações provenientes de drenos de ar-condicionado. Esses sensores inteligentes enviam instantaneamente alarmes via notificação para os dispositivos móveis (celulares ou tablets) ou computadores que receberão os dados de monitoramento. Completando o monitoramento de vazamentos de água, é bastante relevante a instalação de medidores inteligentes do nível de água das caixas de água, os quais enviam pela internet notificações em tempo real e alarmes sobre o nível de água. Isso pode ser mais uma camada de mitigação de riscos além de dar informações em tempo real que podem ajudar nos processos de manutenção e conservação preventiva. Como uma maneira de identificar problemas de difícil solução, como por exemplo uma forte infiltração de água durante chuvas onde não se consegue saber a origem, recomenda-se o monitoramento com o uso de câmeras IP inteligentes que mandam notificações com fotos de qualquer alteração na imagem captada.

Quanto ao agente “roubo e vandalismo”, o Pavilhão Mourisco terá um ótimo monitoramento pois será instalado um completo e moderno sistema com câmeras de CFTV para todas as áreas do edifício. Portanto aqui já não é só uma indicação, mas sim uma ação real para a mitigação riscos relativos ao agente de deterioração.

Pensando nos agentes de deterioração “temperatura inadequada e umidade relativa inadequada”, para as salas de acervo recomenda-se a instalação de sensores inteligentes de temperatura e umidade. Esses sensores permitirão o monitoramento em tempo real das salas envolvidas e fornecerão alarmes via notificação para os dispositivos que estiverem recebendo os dados monitorados. Ações como essa poderão ser uma segunda camada de proteção para os acervos, dado que a edificação tem um sistema de ar-condicionado inteligente projetado para manter a temperatura e umidade relativa do ar dentro de uma faixa considerada segura para o

acervo. Assim, no caso de um descontrole dos parâmetros de umidade relativa ou temperatura, que seja identificado pela segunda camada de monitoramento, recomenda-se um acesso remoto que desligue o sistema de ar-condicionado. Um exemplo seria um momento em que os sensores de temperatura e umidade inteligentes teriam gerado um alarme via notificação informando por exemplo, umidade relativa de 90%. Essa situação seria altamente nociva para o acervo. Nesse caso com o acesso remoto, através de um celular, seria possível executar o desligamento imediato do sistema de ar-condicionado para evitar o acúmulo de umidade nos acervos. O acesso remoto seria feito com acionadores ou relés inteligentes, assim como os especificados no capítulo três do presente trabalho.

O controle a distância via acionadores ou relés inteligentes também pode ser considerado uma segunda camada de proteção no caso de ocorrer um incêndio. Isso devido ao fato de haver uma interligação entre o sistema de combate a incêndio e o sistema de ar-condicionado, em que ao ocorrer um alarme de incêndio, o ar-condicionado deve ser desligado. Isso pois em um evento de incêndio, a circulação de ar provocada pelo ar-condicionado pode alimentar o incêndio. Então caso o alarme de incêndio não desligue automaticamente o sistema de ar-condicionado, haveria ainda a possibilidade de um desligamento remoto do sistema.

Quanto ao agente “radiação ultravioleta e infravermelho, considera-se a recomendação de Canadian Conservation Institute (2017) que afirma ser mais conveniente medir a incidência de calor sobre os objetos pois isso é uma proporcionalidade da incidência de radiação infravermelho. Nesse sentido recomenda-se o uso de sensores de temperatura inteligentes que são alimentados por baterias e entregam monitoramento remoto via internet. Com isso é possível a qualquer tempo fazer o monitoramento local sobre cada objeto. Esse tipo de monitoramento pode dar uma precisão muito grande para o entendimento das variações de temperatura sobre os objetos. Essa técnica pode ser aplicada nas salas de acervo do terceiro andar do Pavilhão Mourisco e nos painéis de azulejos das varandas. Recomenda-se que sejam feitas, nos mesmos locais, medições e vistorias periódicas com câmera termográfica para que se avalie as concentrações tanto de calor como de possíveis pontos de umidade.

Especificamente com relação a radiação ultravioleta recomenda-se a instalação de sensores de UV com conexão via internet para o monitoramento que são equipamentos alimentados por baterias e assim viabiliza o monitoramento sem processos invasivos para os ambientes de acervo.

No caso das torres do Pavilhão Mourisco, que possuem três pavimentos, no pavimento térreo de cada uma delas existe um escritório. Para esses ambientes são indicados detectores inteligentes de fumaça. Para o primeiro pavimento e cúpula das torres são indicados detectores inteligentes de inundação pois esses ambientes são susceptíveis a entrada de água nas épocas de chuvas. Nesse caso os detectores de inundação ajudariam a perceber mais rapidamente eventuais entradas de água e assim poderiam ser antecipadas as ações de manutenção e conservação preventiva.

Abaixo das torres do Castelo existe uma área técnica conhecida como entreforro. Nesse local existem tubulações de ar-condicionado, passagem de eletrodutos com cabos elétricos e cabos de sistemas de rede de computadores. Além disso existem potenciais locais no entreforro susceptíveis a infiltrações durante a época das chuvas. Devido aos riscos de acidente de trabalho e grande dificuldade para entrada de pessoas, recomenda-se o uso do veículo de controle remoto com câmeras para as vistorias periódicas ou em momentos de emergência. É importante aqui ressaltar que abaixo do entreforro encontram-se o salão de leitura e a biblioteca de obras raras. Esses ambientes são nobres tanto pelos detalhes arquitetônicos quanto pelo acervo existente e assim é necessário que infiltrações sejam evitadas.

No quinto e sétimos andares do Castelo existem terraços que não tem nenhuma cobertura e, portanto, recebem as fortes incidências de calor e as chuvas. No presente foi feita a troca da manta impermeabilizante que protege os terraços. Assim nos próximos anos existirá uma proteção bem grande quanto as infiltrações que podem gerar umidade para os andares abaixo. Nesse sentido recomenda-se que seja feito o uso da câmera termográfica nas vistorias periódicas com o objetivo de monitorar a integridade da impermeabilização dos terraços.

O piso do pavimento térreo do Castelo fica bem próximo do nível do terreno que o cerca e existem possibilidades de aparecimento de umidade ascendente nas paredes. Assim recomenda-se o uso da câmera termográfica como monitoramento para todas as áreas e inclusive no subsolo existente onde são abrigados alguns materiais pertencentes a equipe de restauração do patrimônio histórico.

Em vários locais do Castelo existem tubulações captadoras de águas pluviais que podem apresentar vazamentos. Assim recomenda-se o uso do boroscópio para vistorias no sentido de monitorar a integridade das tubulações evitando-se assim o surgimento de infiltrações na alvenaria da edificação.

Recentemente foi contratado um serviço de modelagem 3D para as fachadas do castelo. Essa ação de conservação preventiva foi a primeira feita e permitirá ter uma base que servirá como mapeamento de danos e monitoramento das condições das fachadas. Dado a grande altura do Castelo, seria extremamente caro e complexo fazer um projeto de andaimes para então proceder um mapeamento de danos de forma tradicional, com fotos e desenhos. Vale ressaltar que a modelagem que foi feita apresentou grandes desafios por dois sentidos. Primeiro que existem árvores ao redor do castelo que precisaram ser podadas pois representaram dificuldades para o mapeamento feito com o drone. E em segundo lugar, devido ao relevo natural do estuque que reveste as paredes do castelo, em determinados horários do dia o sol fazia sombras que atrapalhavam a captação das imagens com o drone. Com essas dificuldades, além de outras menores, houve um aumento significativo no tempo gasto para a finalização do trabalho de modelagem. Mas, contudo, no presente existe a modelagem que representa um material valioso que terá vários usos dentro da conservação preventiva do Castelo, dentre eles o monitoramento.

5.2. Monitoramentos na edificação Cavalaria



Figura 147 - Cavalaria. Fonte: Acervo Fiocruz/COC/DPH

A Cavalariça foi originalmente projetada para uso na pesquisa de vacinas, sendo utilizada para abrigar e inocular cavalos com vírus das doenças que eram fruto de pesquisas. O edifício foi construído entre 1904 e 1905 e recebeu instalações bastante tecnológicas para a época com sistemas automatizados. Tinha a capacidade de abrigar 20 cavalos e com todas as áreas úteis possui em torno de quatrocentos e oito metros quadrados. Essa edificação é composta por um grande salão, uma área de terraço e mais algumas salas. A maior área, que é o salão, não possui laje e é coberto por um telhado de telhas cerâmicas e sustentado por uma estrutura metálica. (BENCHIMOL, 1990).

Nos últimos anos a Cavalariça vem sendo utilizada como um ambiente de exposição permanente. Para atender aos requisitos da exposição a edificação possui instalações elétricas, sistemas de rede de computadores, um sistema de ar-condicionado, sistemas de iluminação de exposição e vários equipamentos eletrônicos. Nesse sentido os agentes de deterioração identificados são: Fogo, Roubo e vandalismo, Água, Temperatura inadequada, umidade relativa inadequada e dissociação.

No que se refere ao agente “Fogo”, recomenda-se que sejam instalados monitores inteligentes de grandezas elétricas, monitores de temperatura e umidade nos painéis elétricos e o uso de câmera termográfica para o monitoramento e vistorias programadas. Esses monitores permitirão antever defeitos nos painéis elétricos ajudando assim a que as ações de conservação preventiva sejam aprimoradas e os riscos sejam mitigados.

No presente a Cavalariça recebeu a instalação de sistemas modernos de detecção a incêndio e CFTV. Nesse sentido os agentes “Fogo” e roubo e vandalismo”, tem riscos diminuídos.

Para o monitoramento e mitigação dos riscos relacionados ao agente “água” recomenda-se a instalação de sensores inteligentes de inundação por água junto a caixa de água e lugares estratégicos que podem ter vazamentos durante chuvas. Recomenda-se também a instalação de sensores de nível inteligentes para a caixa de água da edificação. O uso da câmera termográfica é indicado tanto para o monitoramento em diversas áreas do edifício, seja nos locais junto ao piso visando situações de umidade ascendente, quanto também nos locais susceptíveis a infiltrações em épocas de chuvas, assim como janelas, proximidades das calhas de descidas de águas pluviais. É altamente recomendável, nas épocas de chuvas, o monitoramento do telhado junto as calhas, com câmeras IP inteligentes, dado que as calhas de águas pluviais do telhado

têm apresentado vazamentos recorrentes. No presente foi feita uma correção nas calhas do telhado e estima-se que tenham sido corrigidos os problemas de vazamento.

Quanto aos agentes “temperatura inadequada”, “umidade relativa inadequada” recomenda-se a instalação, em lugares estratégicos, de sensores inteligentes para essas variáveis. Esse monitoramento irá permitir um melhor ajuste da temperatura do ar-condicionado de forma que haja conforto para os visitantes e proteção para a edificação, evitando que existam condensações danosas nos equipamentos que estarão em contato com superfícies e paredes da edificação.

5.3. Monitoramentos no Pavilhão do Relógio



Figura 148 - Pavilhão do Relógio. Fonte: Acervo Fiocruz/COC/DPH

O Pavilhão do Relógio foi projetado originalmente para o funcionamento de salas de laboratórios nas extremidades e preparação das vacinas e soros. Na parte central do edifício

ficava a enfermaria para os cavalos inoculados e se dividia em quatro boxes. Construído simultaneamente com a cavalaria as obras aconteceram entre 1904 e 1905 (BENCHIMOL, 1990).

A edificação tem o uso atual como área de exposição, abrigando alguns acervos e participando do ciclo de visitas cotidianas ao campus. É uma edificação composta por um único pavimento, um sótão que abriga os equipamentos de rede de computadores e o sistema de ventilação do ar-condicionado. O telhado é todo em estrutura de madeira. Existem instalações elétricas comuns, sistemas rede de computadores e no sótão existe um relógio original que funciona perfeitamente e representa um dos mais importantes acervos do edifício. Os agentes de deterioração identificados são: Fogo, temperatura inadequada, umidade relativa inadequada, água, roubo e vandalismo e dissociação.

Para mitigação dos riscos relativos ao agente “fogo” recomenda-se a instalação de monitores de temperatura e umidade relativa nos painéis elétricos e o uso de câmera termográfica para o monitoramento dos painéis elétricos. De forma a complementar o sistema de detecção a incêndio, a ser instalado no futuro, recomenda-se a instalação de sensores inteligentes de fumaça no sótão e junto aos painéis elétricos.

Quanto aos agentes “temperatura inadequada e umidade relativa inadequada” recomenda-se a instalação de sensores inteligentes para as duas variáveis nas áreas de exposição. Esses sensores seriam uma camada a mais de monitoramento para evitar o descontrole que possa ocorrer no sistema de ar-condicionado.

No que se refere ao agente de deterioração água, recomenda-se a instalação de sensores inteligentes de inundação nos locais que são apontados nos relatórios de manutenção como locais susceptíveis a infiltrações em épocas de chuvas. É aconselhável também o uso da câmera termográfica para o monitoramento de umidade ascendente e junto as descidas de águas pluviais.

Embora a edificação não seja muito grande e esteja localizada em meio a circulação de pessoas e tenha visada de muitos lugares, é aconselhado que sejam instaladas câmeras inteligentes de CFTV para mitigar os riscos de roubo e vandalismo.

No capítulo três, onde se discute a ideia da elaboração de um site de internet no qual se concentrem todas as informações de monitoramento e acionamentos, é então possível fazer uma

associação disto com a inteligência artificial. Isso significa que os dados concentrados no site podem alimentar um software de inteligência artificial para assim se obter previsibilidade, mitigação de riscos, informações para processos de manutenção, análise de cenários de dados como temperatura, umidade e outros. A figura a seguir mostra a interação entre a conservação preventiva, IOT e inteligência artificial considerando os edifícios históricos da Fiocruz. Nesse diagrama, apenas como exemplo de processo, pode-se verificar de forma mais ampla como ocorre o fluxo de troca de informações digitais que proporcionam o monitoramento e controle. Cada edificação de valor cultural pode ter sensores inteligentes e sistemas que permitam controles de forma remota. Esse processo acontece por uma comunicação de dois sentidos, ida e volta, com o que denominamos IOT, que concentra todos os dados gerados pelos sensores e acionamentos. Nesse contexto todos os dados estarão disponibilizados em sistemas que são ligados a internet. A partir desse ponto entra no processo a inteligência artificial, que através de softwares específicos poderá fazer diversos processos como já descritos anteriormente. Junto a todo esse sistema sempre será possível o monitoramento e controle de forma remota.

CONSERVAÇÃO PREVENTIVA

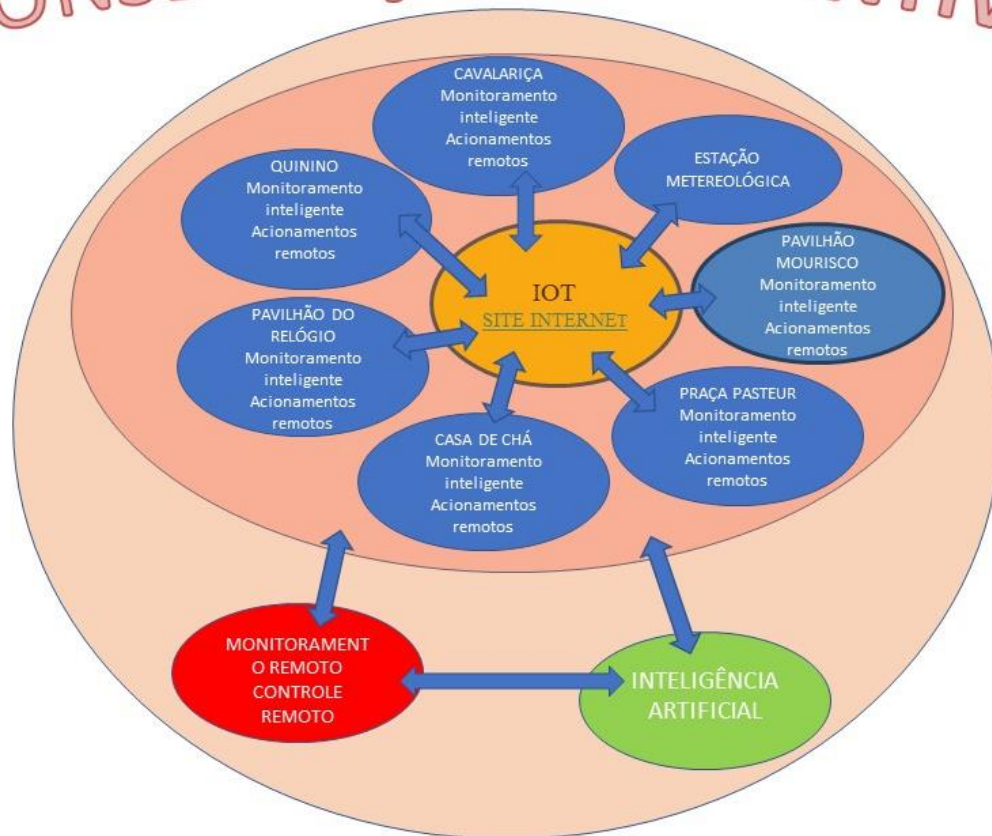


Figura 149 - INTERAÇÃO ENTRE CONSERVAÇÃO PREVENTIVA, IOT E IA.

Fonte: Acervo do autor.

No caso do monitoramento na área de conservação preventiva de edificações históricas a inteligência artificial pode ser um grande aliado na tomada de decisões e mitigação de riscos. Isso se fundamenta pelo fato de que inúmeros agentes de deterioração podem estar agindo ao mesmo tempo para a degradação de um bem. Nesse sentido se conseguirmos monitorar um edifício ao máximo possível e assim entregarmos os dados monitorados a um sistema de inteligência artificial, poderemos ter uma resposta ativa de maneira rápida e eficiente para que as ações de conservação preventiva possam ser tomadas, evitando assim a degradação do bem.

6. Considerações finais

O monitoramento de edificações históricas, tanto no contexto brasileiro quanto no internacional, é um tema de pesquisa e de prática que está ainda em pleno crescimento. A conservação preventiva vem se desenvolvendo mais fortemente na Europa e, embora não exista uma padronização nas ações, encontram-se muitas pesquisas e eventos abordando a conservação de edificações históricas e, mais especificamente, o tema monitoramento no contexto europeu. Já no Brasil a conservação preventiva está menos avançada e são poucos os trabalhos publicados sobre monitoramento.

Em todo esse contexto pode-se dizer que o monitoramento é algo muito valioso pois é o que ajuda a dar sentido à conservação. Não é tarefa fácil obter informações precisas sobre os danos, naturais ou não, causados ao longo dos anos a um edifício histórico. E obviamente sem o entendimento do que causa os danos fica pouco eficiente qualquer ação no sentido de manter o patrimônio cultural edificado com seus valores salvaguardados.

Entendeu-se que a questão da interdisciplinaridade é algo muito relevante pois o simples fato de se encontrar, especificar e utilizar um equipamento de monitoramento pode envolver conhecimento de diversas áreas do conhecimento. Nesse sentido é muito importante e necessário que as equipes que trabalham com a salvaguarda de bens históricos edificados sejam compostas por profissionais de diversas áreas.

Foi possível verificar que não existem no mercado muitos equipamentos de monitoramento específicos para o trabalho em edificações históricas. Algumas variáveis - como poluentes, temperatura e umidade relativa do ar - são objeto de interesse para outras áreas do conhecimento. Entretanto, tendo um bom entendimento do que se quer monitorar e conhecimento do que existe no mercado de tecnologia e de equipamentos para monitoramento, é possível trazer para a área do patrimônio cultural soluções inovadoras. Nesse sentido, foi salutar observar que contemporaneamente a evolução da tecnologia leva a uma possibilidade excelente que é a geração de informações digitais através de inúmeros equipamentos de monitoramento. Observou-se que esse fato abre um novo mundo para a pesquisa pois essas novas tecnologias podem levar os dados monitorados para serem manipulados de forma eficaz dentro dos conceitos de internet das coisas (IOT) e inteligência artificial. Isso também facilita o trabalho remoto, que é uma nova tendência no mundo, potencializada pela pandemia de Covid-19.

Com os resultados do presente trabalho busca-se trazer uma contribuição inovadora para a conservação preventiva no contexto brasileiro. Foram indicados vários equipamentos e técnicas de monitoramento para diversos objetivos. A ideia foi apresentar uma gama de soluções em monitoramento que possam ser úteis em situações diversas, estejam elas relacionadas ao uso simples sem grandes tecnologias ou ao uso com as tecnologias digitais via conexão de dados ligados a internet. Nesse contexto a contribuição do presente trabalho pode ser bastante relevante pois significa levar o monitoramento de edificações históricas para a colaboração on-line, onde passa a ser possível não só o monitoramento, mas também as ações de controle remoto baseado nos dados monitorados.

Com o advento da pandemia de Covid-19 a partir de 2020, parte da pesquisa teve que ser modificada. Entretanto não houve grandes prejuízos pois com os novos recursos de reuniões e aulas on-line, muitas atividades puderam ser realizadas nesse novo formato. O que na realidade criou limites antes não pensados para a pesquisa foi o fato de que no ambiente do Campus Manguinhos da Fiocruz no Rio de Janeiro seria realizada pesquisa em campo com equipamentos de monitoramento que estão sendo adquiridos pelo Departamento de Patrimônio Histórico. Considerando a redução das atividades presenciais no campus, tal pesquisa de campo não foi feita. Com isso surgiu a oportunidade de ampliar bastante as consultas on-line a centros de pesquisa tanto no Brasil como mundialmente e esse fato na realidade trouxe um novo horizonte onde percebe-se que grande parte da produção acadêmica e de informações técnicas sobre equipamentos se encontra disponível na internet. Nesse cenário foi possível identificar exemplos de monitoramento no Brasil e no mundo, de forma que ficou viável prosseguir com a pesquisa. Aliado a isso também se viabilizou a pesquisa sobre os equipamentos de monitoramento e assim foi possível concluir o trabalho.

Embora não tenham sido feitas as pesquisas em campo, viabilizou-se, através de investimentos próprios do autor, a aquisição de alguns equipamentos, tais como: câmera inteligente, tomada inteligente, acionador inteligente, termômetro infravermelho e conjunto de equipamentos para montar o veículo de controle remoto com câmeras. Com esse investimento pude realizar vários testes, o que contribuiu para acrescentar informações bastante realistas ao Capítulo três do presente trabalho. Nesse sentido, acredita-se que mesmo sendo a maior parte desse trabalho elaborada a partir de pesquisa bibliográfica, seu conteúdo poderá ser uma boa contribuição para a prática do monitoramento de edificações históricas no contexto brasileiro.

O tema monitoramento de edificações históricas está em evolução e existem oportunidades para ampliar pesquisas nessa área. Um indicativo disso é a grande variedade de trabalhos que são encontrados na Europa, o que mostra um cenário bom para ampliação desse tema de pesquisa no Brasil. Algo que se percebe também no cenário internacional é a inserção na conservação preventiva, das novas tecnologias de monitoramento utilizando-se as ferramentas de IOT e a inteligência artificial. Agregar essas ferramentas tecnológicas à conservação preventiva pode trazer benefícios para a salvaguarda dos bens históricos edificados no Brasil. É possível que a mitigação de riscos como, por exemplo, o de incêndio seja bastante aprimorada com as ferramentas de IOT e AI. Nesse sentido o presente trabalho deixa caminhos para a ampliação da pesquisa e soluções para a conservação preventiva e o monitoramento.

Pesquisar sobre conservação preventiva e monitoramento foi algo enriquecedor para minha carreira pois trabalho na área de patrimônio histórico como engenheiro eletricista desenvolvendo projetos e propondo soluções para a manutenção. Nos dez anos que tenho de atividades no Departamento de Patrimônio Histórico da Casa de Oswaldo Cruz, venho aprendendo muito sobre os conceitos de se evitar restaurações e interferir minimamente na edificação. Nessa viagem que fiz para concluir o presente trabalho pude conhecer muito mais sobre as teorias da conservação e restauração e do que se vem fazendo no Brasil e no mundo, contemporaneamente. Além disso, desenvolvi uma analogia entre a minha experiência passada, onde trabalhei desenvolvendo projetos de instrumentação eletrônica em fábrica de medicamentos, e o monitoramento de edificações históricas. A união desses dois conhecimentos me possibilitou identificar equipamentos de monitoramento para diversas soluções dentro da conservação preventiva. De agora em diante passo a ter uma visão bem mais ampla de como posso contribuir com o meu trabalho para trazer inovação e mais qualidade nos projetos que já faço e nos que doravante poderei propor e fazer. Entendo que a pesquisa que desenvolvi não termina aqui em uma conclusão ou na defesa da dissertação, mas sim continua em minhas atividades diárias de trabalho, colocando em prática tudo que aprendi e pesquisei no decorrer dessa jornada nada fácil, mas extremamente gratificante.

7. Referências Bibliográficas

A. J. OLIVEIRA (Brasil). Revista Super Interessante. Universidade nos EUA guarda modelo 3D mais preciso da catedral de Notre-Dame. 2019. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/universidade-nos-eua-guarda-modelo-3d-mais-preciso-da-catedral-de-notre-dame/>. Acesso em: 2 jul. 2021.

AGUIAR, Barbara Cortizo de; CARCERERI, Maria Luiza (Org). Arquitetura Moderna e sua Preservação: estudos para o plano de conservação preventiva do pavilhão Arthur Neiva. Rio de Janeiro: In- Fólio, 2017. 128 p.

ANGELINI, Maria Giuseppa; COSTANTINO, Domenica; MILAN, Nicola. 3D AND 2D DOCUMENTATION AND VISUALIZATION OF ARCHITECTURAL HISTORIC HERITAGE. In: CIPA SYMPOSIUM, 23., 2011, Prague (Czech Republic). PROCEEDINGS OF CIPA SYMPOSIUM 23. Prague (Czech Republic): Cipa, 2011. v. 1, p. 1-8. Disponível em: <https://www.cipaheritagedocumentation.org/wp-content/uploads/2018/12/Angelini-e.a.-3D-and-2D-documentation-and-visualization-of-architectural-historic-Heritage.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

BARRETO JÚNIOR, Ivo Matos. Proposta de Monitoramento da Conservação material da Casa da Flor. In: 7º COLÓQUIO DE PESQUISA DO PROARQ, 7., 2016, Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro: Proarq, 2016. v. 1, p. 1-23. Disponível em: https://www.academia.edu/35705148/Proposta_de_Monitoramento_da_Conserva%C3%A7%C3%A3o_material_da_Casa_da_Flor_Anais_do_7o_Col%C3%B3quio_de_Pesquisa_do_PROARQ. Acesso em: 09 mar. 2021.

BARRETO JÚNIOR, Ivo Matos; COUTINHO, Carlos Juliano Dias; ARRUDA, Kezio Pinheiro. Experimentação e aplicabilidades do laser scanning para o monitoramento da conservação da Casa da Flor, em São Pedro da Aldeia/RJ. 2017. Disponível em: https://www.academia.edu/35696609/Experimenta%C3%A7%C3%A3o_e_aplicabilidades_d_o_laser_scanning_para_o_monitoramento_da_conserva%C3%A7%C3%A3o_da_Casa_da_Flor_em_S%C3%A3o_Pedro_da_Aldeia_RJ. Acesso em: 09 mar. 2021.

BENCHIMOL, Jaime. L., Manguinhos do Sonho à vida: A ciência na Belle Époque. 3ªed. Rio de Janeiro, Fiocruz/COC, 1990.

BOITO, Camillo (comp.). Os Restauradores: conferência feita na exposição de Turim em 7 de junho de 1884. Cotia: Artes e Ofícios, 1884. 64 p. Tradução de: Paulo Mugayar Kuhl e Beatriz Mugayar Kuhl em 2002.

BRANDI, Cesare (comp.). Teoria da Restauração. Cotia: Ateliê Editorial, 1963. 53 p. Tradução de Beatriz Mugayar Kuhl em 2004.

BRASIL. Presidência da República Casa Civil. Subchefia Para Assuntos Jurídicos. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm. Acesso em: 5 out. 1988.

BRASIL. Presidência da República. Subchefia Para Assuntos Jurídicos. DECRETO-LEI Nº 25, DE 30 DE NOVEMBRO DE 1937.: Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. 1937. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0025.htm. Acesso em: 30 nov. 1937.

CANADIAN CONSERVATION INSTITUTE (Canada). Governo do Canada (org.). Agents of deterioration: understand the 10 primary threats to heritage objects and how to detect, block, report, and treat the damage they cause. Understand the 10 primary threats to heritage objects and how to detect, block, report, and treat the damage they cause. 2017. Metodologia estabelecida pelo ICCROM e Canadian Conservation Institute. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration.html>. Acesso em: 17 abr. 2021.

CARBONARA, Giovanni. Brandi e a restauração arquitetônica hoje. *Desígnio: REVISTA DE HISTÓRIA DA ARQUITETURA E DO URBANISMO*, São Paulo, v. 6, n. 6, p. 1-171, 1 mar. 2006. Semestral.

CARDACI, A.; MIRABELLA-ROBERTI, G.; AZZOLA, P. THE CHURCH OF SANT'ANDREA IN BERGAMO: an integrated survey for knowledge and conservation. In: CIPA INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 27., 2019, Ávila, Spain. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. [S.L.]: Copernicus GmbH, 2019. v. 1, p. 1-9. Disponível em: <https://www.int-arch-photogramm->

remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLII-2-W15/239/2019/isprs-archives-XLII-2-W15-239-2019.pdf. Acesso em: 30 mar. 2021.

CARVALHO, Claudia Rodrigues. Conservação preventiva de edifícios e sítios históricos: pesquisa e prática.: pesquisa e prática. Revista Cpc, [s.l.], n. 18, p. 141-153, 17 dez. 2014. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1980-4466.v0i18p141-153>.

CARVALHO, Claudia Rodrigues. Conservação preventiva de edifícios e sítios históricos: pesquisa e prática. Revista Cpc, [S.L.], n. 18, p. 141, 17 dez. 2014. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1980-4466.v0i18p141-153>.

CARVALHO, Claudia S. Rodrigues de. A pesquisa para conservação de superfícies arquitetônicas do museu Casa de Rui Barbosa. Pós: Revista do programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo da fauusp, São Paulo, v. 31, n. 19, p. 238-250, 20 jun. 2012. Fluxo Contínuo. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/posfau/issue/view/3949/936>. Acesso em: 15 mar. 2021.

CERRI, Danielle et al. O Pavilhão Mourisco e a Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz: conservação preventiva e interdisciplinaridade. Museologia e Patrimônio: Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio - Unirio, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 107-121, 12 dez. 2014. Semanal. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273131411_O_Pavilhao_Mourisco_e_a_Colecao_Entomologica_do_Instituto_Oswaldo_Cruz_conservacao_preventiva_e_interdisciplinaridade_The_Moorish_Pavilion_and_the_Entomological_Collection_of_the_Oswaldo_Cruz_Institut. Acesso em: 27 mar. 2021.

COELHO, Carla M. T. Plano de conservação preventiva. In: AGUIAR, Barbara Cortizo; CARCERERI, Maria Luíza (org.) Arquitetura Moderna e sua Preservação: estudos para o plano de conservação preventiva do Pavilhão Arthur Neiva. Rio de Janeiro: In- Fólio, 2017. 128 p.

COELHO, Carla Maria Teixeira. Gestão de riscos para sítios históricos: uma discussão sobre valor. 2018. 328 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

COELHO, Carla Maria Teixeira. Mudanças climáticas e patrimônio cultural: elementos para a construção de cenários para a cidade do Rio de Janeiro. *CADERNOS PROARQ*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 22, p. 2-191, 22 jun. 2014. Semestral. Disponível em: <http://www.proarq.fau.ufrj.br/revista>. Acesso em: 22 jun. 2014.

COELHO, Carla Maria Teixeira; ANDRADE, Inês El-jaick; SILVA, Elisabete Edelvita Chaves da; SÁ, Bruno; PINHEIRO, Marcos José de Araújo. PLANO DE CONSERVAÇÃO PREVENTIVA PARA O PAVILHÃO MOURISCO DA FIOCRUZ. *Icomos Brasil: AUTENTICIDADE EM RISCO*, Belo Horizonte, v. 2019, n. 3, p. 1-15, 10 maio 2019.

COELHO, Carla Maria Teixeira; OLIVEIRA, Benoni da Gama; ANDRADE, Inês; MENDES, Fernando; SÁ, Bruno. TECNOLOGIAS APLICADAS À CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO EDIFICADO DA FIOCRUZ. *Visbqp, Uberlândia*, v. 2019, n. 6, p. 1-1674, 30 out. 2019.

COELHO, C. M. T.; CARVALHO, C. S. R. O diagnóstico de conservação como ferramenta da conservação preventiva: Pavilhão Mourisco e Coleções - Fundação Oswaldo Cruz. In: IX Jornadas da Arte e Ciência UCP? V Jornadas ARP, 2015, Porto / Portugal. IX Jornadas da Arte e Ciência UCP? V Jornadas ARP - A Prática da Conservação Preventiva. Porto: Universidade Católica Editora, 2015. v. 1. p. 111-122.

COELHO, C. M. T. Conservação preventiva do acervo histórico da Fiocruz: o caso do Pavilhão Mourisco. In: I Simpósio Fluminense de Patrimônio Científico e Cultural, 2011, Rio de Janeiro. I Simpósio Fluminense de Patrimônio Científico e Cultural: Planos integrados de preservação, 2011.

COELHO, C. M. T.; CARVALHO, C. S. R. The conservation assessment as a tool for cultural heritage identification, monitoring and evaluation. In: 6th International Seminar on Urban Conservation, 2012, Olinda. 6th International Seminar on Urban Conservation. Measuring Heritage Conservation Performance. Roma: ICCROM, 2012. p. 82-89.

DUTRA, Larissa Fernandes; PORTO, Renata Maria Abrantes Baracho. Alternativas inteligentes para a preservação do patrimônio cultural no contexto das smart cities. *Rici: Revista Ibero-Americana de Ciência da informação*, Brasília, v. 13, n. 1, p. 1378-1396, 08 mar. 2020.

Quadrimestral. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/RICI/issue/view/1837>. Acesso em: 01 mar. 2021.

EPPICH, R.; MAHESSAR, K. A.; NAWAZ, S. MONITORING MOVEMENT AT MAKLI. In: CIPA INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 27., 2019, Ávila, Spain. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. [S.L.]: Copernicus Gmbh, 2019. v. 1, p. 443-447. Disponível em: <https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLII-2-W15/443/2019/isprs-archives-XLII-2-W15-443-2019.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

ESCRIG, F. et al. Environmental Deterioration of Materials. Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, So40 7Aa, Reino Unido: A. Moncmanová Universidade Técnica da Eslováquia, Eslováquia, 2007. 336 p. (WIT Transactions on State-of-the-art in Science and Engineering). Publicado por WIT Press Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, SO40 7AA, Reino Unido. Disponível em: <https://www.witpress.com/books/978-1-84564-032-3>. Acesso em: 31 mar. 2021.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Política de Preservação dos Acervos Científicos e Culturais da Fiocruz. 2020. Disponível em: https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/politica_acervos_fiocruz_2020.pdf. Acesso em: 10 jan. 2020.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. CASA DE OSWALDO CRUZ. Política de Preservação e Gestão de Acervos Culturais das Ciências e da Saúde. 2013. Disponível em: <http://www.coc.fiocruz.br/institucional/>. Acesso em: 20 dez. 2019.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. CASA DE OSWALDO CRUZ. GRUPO DE TRABALHO DE GESTÃO DE RISCOS E CONSERVAÇÃO PREVENTIVA. Relatório de divulgação dos resultados do primeiro ciclo de aplicação da metodologia de gestão de riscos para o patrimônio cultural da Fiocruz. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2020. 342 p. Tiragem: 1ª edição – 2020 – somente versão eletrônica. Disponível em: www.fiocruz.br. Acesso em: 12 jul. 2021.

GONZÁLEZ, Elizabeth Astorga et al. Cultural Heritage and Internet of Things. In: EAI GOODTECHS 2020, 6., 2020, N/A, Cyberspace. Proceedings [...]. Eai Goodtechs: Eai Goodtechs, 2020. v. 1, p. 248-251. Disponível em:

<https://dl.acm.org/doi/proceedings/10.1145/3411170#issue-downloads>. Acesso em: 31 maio 2021.

GOUSSOUS, Jawdat S. Artificial Intelligence-based Restoration: the case of petra. *Civil Engineering and Architecture*, [S.L.], v. 8, n. 6, p. 1350-1358, dez. 2020. Horizon Research Publishing Co., Ltd. <http://dx.doi.org/10.13189/cea.2020.080618>.

GUICHEN, (de) Gäel. La conservation préventive: simple mode ou changement profond? *Museum International (UNESCO)*, n°. 201, volume 51, n°. 1, p.4-6, Paris, 1999. Disponível em: http://archives.icom.museum/study_series_pdf/1_ICOM-CC.pdf. Acessado em: 12 mar. 2020.

GUICHEN, Gaël de. Conservación preventiva: revisión de una disciplina.: revisión de una disciplina. *Revista del Instituto del Patrimonio Cultural de España*, Madrid, v. 2013, n. 7, p. 9-201, 2013.

GUICHEN, Gaël de. Conservación preventiva: revisión de una disciplina. *Revista del Instituto del Patrimonio Cultural de España*, Madrid, v. 2013, n. 7, p. 9-201, 2013.

ICOM COMMITTEE FOR CONSERVATION, 15., 2008, New Delhi. 15th Triennial conference New Delhi: ICOM Committee for Conservation. Triennial meeting. New Delhi: Allied Publishers Pvt. Ltd., 2008. 65 p.

ICOMOS (Amsterdam). Carta de Amsterdam. ICOMOS. Disponível em: <https://www.icomos.org/en/and/169-the-declaration-of-amsterdam>. Acesso em: 21 out. 1975.

ICOMOS AUSTRALIA (Austrália). Carta de Burra. 1979. ICOMOS. Disponível em: https://www.icomos.org/charters/burra1999_spa.pdf. Acesso em: 19 ago. 1979.

ICOMOS. INTERNATIONAL CHARTER FOR THE CONSERVATION AND RESTORATION OF MONUMENTS AND SITES: ind international congress of architects and technicians of historic monuments, venice, 1964. Ind International Congress of Architects and Technicians of Historic Monuments, Venice, 1964. 1964. ICOMOS. Disponível em: https://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf. Acesso em: 25 maio 1964.

KLÜPPEL, Griselda Pinheiro; SANTANA, Mariely Cabral de. Manual de conservação preventiva para edificações. Brasília: Programa Monumenta, 2000.

KÜHL, Beatriz Mugayar. Notas sobre a Carta de Veneza. Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 287-320, 01 dez. 2010. Semestral. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-47142010000200008>. Acesso em: 01 dez. 2010.

KÜHL, Beatriz Mugayar. O tratamento das superfícies arquitetônicas como problema teórico da restauração. Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 309-330, dez. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-47142004000100021>.

LEBLANC, François. Monitoring Heritage Buildings and Places. 2013. Disponível em: http://www.icomos.org/~fleblanc/documents/monitoring/doc_monitoring_e.html. Acesso em: 20 mar. 2020.

LEBLANC, François. The Built Heritage Conservation Process. 2006. Disponível em: http://ip51.icomos.org/~fleblanc/publications/pub_2007_conservation_process.html. Acesso em: 19 fev. 2020.

MACHADO, Fernanda Almeida. BIM E INTERNET DAS COISAS PARA O MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA DA EDIFICAÇÃO. 2018. 208 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Programa de Pós-Graduação: Arquitetura, Tecnologia e Cidade, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018. Cap. 6. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/334629>. Acesso em: 09 mar. 2021.

MACHADO, Gina; TOLEDO, Franciza; CARVALHO, Claudia; COELHO, Carla; JOLLY, Maria Cristina; PIRES, Jose Manoel; PESSOA, Ana; BARBOSA, Richardo; BARBOSA, Marcos; MAEKAWA, Shin. Library of Museu Casa de Rui Barbosa, Rio de Janeiro, Brazil: ventilation (dilution) and dehumidification, and limited cooling. In: SHIN MAEKAWA (California). Institute. Environmental Management for Collections: alternative conservation strategies for hot and humid climates. 30. ed. Los Angeles: Getty Publications, 2015. Cap. 14. p.313-344. Disponível em: http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/books/environmental.html. Acesso em: 14 set. 2021.

MANFRIANI, Chiara et al. The Contribution of IoT to the Implementation of Preventive Conservation According to European Standards: the case study of the "cannone" violin and its historical copy. In: SUSTAINABILITY 2021, 13., 2021, Switzerland. Sustainability. Basel:

Mdpi Ag, 2021. v. 1, p. 1-10. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v13y2021i4p1900-d496896.html>. Acesso em: 31 maio 2021.

Marcos José de Araújo Pinheiro (org.). Política de Preservação e Gestão de Acervos Culturais das Ciências e da Saúde. 2013. Fundação Oswaldo Cruz. Casa de Oswaldo Cruz. Disponível em: <http://www.coc.fiocruz.br/institucional/>. Acesso em: 20 mar. 2013.

MARQUES, Ana Maria Barbedo; MENDES, Fernando; MAIMONE, Taiana. Desafios da preservação: o caso da casa de chá - Fiocruz. In: II CONGRESSO NACIONAL PARA SALVAGUARDA DO PATRIMÔNIO CULTURAL, 2., 2019, Cachoeira do Sul, Rs. Anais - Volume I: Intervenção no Patrimônio Cultural. Cachoeira do Sul: Universidade Federal de Snata Maria, 2019. v. 1, p. 135-153. Disponível em: <https://www.ufsm.br/cursos/graduacao/cachoeira-do-sul/arquitetura-e-urbanismo/2019/09/28/444/>. Acesso em: 27 mar. 2021.

MENON, Rodrigo. AVALIAÇÃO DE ISCA A BASE DE BISTRIFLURON PARA O CONTROLE DE CUPIM SUBTERRÂNEO *Coptotermes gestroi* (ISOPTERA, RHINOTERMITIDAE) EM PATRIMÔNIO HISTÓRICO. 2010. 33 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Especialização em Entomologia Urbana: Teoria e Prática, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010. Disponível em: <https://ib.rc.unesp.br/Home/Pesquisa58/CEIS-CentrodeEstudosdeInsetosSociais/t5-avaliacao-de-isca-a-base-de-bistrifluron-para-o-controle-de-cupim-subterraneo-coptotermes-gestroi-isoptera-rhinotermitidae-em-patrimonio-historico.pdf>. Acesso em: 06 out. 2021.

MEUL, Veerle. The integral approach off Monumenttenwacht Vlaanderen: a model for implementing participatory preventive conservation for historic interiors. Icom-cc: INTERIM MEETING, Ropma, p. 1-11, 23 mar. 2010. Disponível em: http://www.icom-cc.org/54/document/the-integral-approach-of-monumentenwacht-vlaanderen-a-model-for-implementing-participatory-preventive-conservation-for-historic-interiors/?action=Site_Downloads_Downloadfile&id=815. Acesso em: 23 mar. 2010.

MONCMANOVÁ, A. Environmental Deterioration of Materials. Slovakia: Witpress, 2007. 334 p. Slovak Technical University.

OLIVEIRA, Benedito T.; COSTA, Renato da Gama-Rosa; PESSOA, Alexandre J. de Souza; Um lugar para a ciência: a formação do campus de Manguinhos. 20a ed. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 2003.

PINHEIRO, Marcos José de Araújo et al. Metodologia e tecnologia na área de manutenção e conservação de bens edificados: o caso do núcleo arquitetônico histórico de Manguinhos. Rio de Janeiro: Walprint, 2009. 148 p.

PINTO, Marcelo Freires et al. Análise dinâmica da Igreja Nossa Senhora do Rosário dos Homens Pretos, Aracati, CE. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE REABILITAÇÃO DAS CONSTRUÇÕES, 2., 2019, Fortaleza, Ceará. Anais [...]. Fortaleza: Sbreb, 2019. v. 1, p. 1-9. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/333489658_Analise_dinamica_da_Igreja_Nossa_Senhora_do_Rosario_dos_Homens_Pretos_Aracati_CE. Acesso em: 09 mar. 2021.

PRECOMOS UNESCO CHAIR, 2009, Leuven. Preventive Conservation in the International context of the PRECOMOS network. Leuven: Unesco, 2009. 13 p.

PRIETO, Bya.J. *et al.* Artificial intelligence applied to the preventive conservation of heritage buildings. In: CALDERÓN, Pilar Ortiz *et al.* **Science and Digital Technology for Cultural Heritage**: interdisciplinary approach to diagnosis, vulnerability, risk assessment and graphic information models. London: Crc Press, 2019. Cap. 6. p. 1-484. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780429345470-45/artificial-intelligence-applied-preventive-conservation-heritage-buildings-prieto-ortiz-mac%C3%ADas-bernal-ch%C3%A1vez-ortiz>. Acesso em: 24 jan. 2022.

QUINTERO, Mario Santana et al. Monitoring Monuments: a low-cost digital early warning system for preventive conservation of built heritage. A low-cost digital early warning system for preventive conservation of built heritage. 2008. Monumentenwacht Vlaanderen vzw Oude Beurs 27 2000 Antwerpen. Disponível em: www.monumentenwacht.be. Acesso em: 1 jan. 2008.

RAMOS, Luís F. et al. Monitorização e Conservação Preventiva do Património Histórico: o projeto heritagecare. In: CONGRESSO DA REABILITAÇÃO DO PATRIMÓNIO - CREPAT 2017, 1., 2017, Universidade de Aveiro - Portugal. Anais [...]. Portugal: Tipografia A Lusitânia,

2017. v. 1, p. 297-305. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Paulo-Lourenco-10/publication/319142961_Monitorizacao_e_Conservacao_Preventiva_do_Patrimonio_Historico_o_Projeto_HeritageCare/links/5da99c6592851c577eb8259e/Monitorizacao-e-Conservacao-Preventiva-do-Patrimonio-Historico-o-Projeto-HeritageCare.pdf. Acesso em: 06 mar. 2021.

ROSINA, E.; AVDELIDIS, N.p.; MOROPOULOU, A.; DELLA TORRE, S.; PRACCHI, V.; SUARDI, G. IRT MONITORING IN PLANNED PRESERVATION OF BUILT CULTURAL HERITAGE. 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/project/microclimate-of-historic-buildings>. Acesso em: 1 jan. 2004.

RUSKIN, John (comp.). A Lâmpada da Memória. 6. ed. Cotia: Ateliê Editorial, 1849. 198 p. Tradução de Maria Lucia Bressan Pinheiro em 2008.

ROUHIAINEN, Lasse Petteri. Inteligência artificial: 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro. Espanha: Alienta, 2018. 325 p.

SIQUEIRA, Simone Viana. METODOLOGIA DE CADASTRO REALIZADO ATRAVÉS DE ESCANEAMENTO À LASER: casa marquesa de santos. In: 1º SIMPÓSIO CIENTÍFICO ICOMOS BRASIL, 1., 2017, Belo Horizonte. Anais [...]. Belo Horizonte: Icomos Brasil, 2017. v. 1, p. 2518-2531. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/EVENTOSICOMOS2017.pdf?v=2>. Acesso em: 06 mar. 2021.

SOKI RHEE-DUVERNE (Inglaterra). Ma Msc Ihbc Affiliate. Thermography in Historic Buildings. 2019. Coordenado por Historic England. Disponível em: <https://historicengland.org.uk/whats-new/research/back-issues/thermography-in-historic-buildings/>. Acesso em: 11 out. 2021.

TINOCO, Jorge Eduardo Lucena. Plano de Gestão da Conservação para edificações de valor cultural. Revista Cpc: Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada, São Paulo, v. 2014, n. 17, p. 001-205, 23 dez. 2013. Semestral. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/cpc/article/view/69156/71612>. Acesso em: 23 dez. 2013.

TINOCO, Jorge Eduardo Lucena; OLIVEIRA, Thalita Roxanna dos Santos. A CONSERVAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES DE VALOR CULTURAL: gestão da manutenção. Gestão da Manutenção. 2018. Organizado por CECI (Centro de Estudos Avançados da

Conservação Integrada - Texto para discussão V.64. Disponível em: <http://www.ceci-br.org/ceci/br/publicacoes/59-textos-para-discussao/781-gestao-da-manutencao-texto-para-discussao.html>. Acesso em: 27 mar. 2021.

TORRACA, Giorgio. Lectures on Materials Science for Architectural Conservation. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2009. 206 p.

UNIVERSIDADE DO MINHO (Europa) (org.). Guia de Boas Práticas em Conservação Preventiva: heritagecare. Espanha: Interreg Sudoe, 2019. 177 p. Disponível em: https://repositorio.iaph.es/bitstream/11532/329357/1/HeritageCARE_Gu%C3%ADa_Buenas_Pr%C3%A1cticas_PT_ES_FR.pdf. Acesso em: 1 out. 2021.

UNIVERSIDADE DO MINHO (Europa) (org.). General Methodology for the Preventive Conservation of Cultural Heritage Buildings: heritagecare. Espanha: Interreg Sudoe, 2017. 63 p. Disponível em: <https://interreg-sudoe.eu/ficherosGaleria/esp/ProyectosFicheros/17/heritagecare-report-1-2-general-methodology.pdf>. Acesso em: 1 out. 2021.

VELOSO, Luís Augusto Conte Mendes et al. Alternativas para a automação dos medidores tri ortogonais de junta de barragens de concreto da UHE Tucuruí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 49., 2007, Bento Gonçalves, no Rio Grande do Sul. Anais [...]. Bento Gonsalves: Ibracon, 2007. v. 1, p. 1-384. Disponível em: <http://www.lojaibracon.org.br/detalhes/1432>. Acesso em: 20 mar. 2021.

VODOPIVEC, Barbara; EPPICH, Rand; MAXWELL, Ingval; GANDINI, Alessandra; SARNIC, Roko. A Contribution to a Unified Approach in Policy Making through Documenting Cultural Heritage. Progress In Cultural Heritage Preservation, [s.l.], p. 359-368, 2012. Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-34234-9_36.

WALTON, Tony. Methods for monitoring the condition of historic places. In: DOC SCIENCE PUBLISHING, SCIENCE & RESEARCH UNIT, 27., 2003, Wellington. Anais [...]. New Zealand: Department of Conservation, 2003. v. 1, p. 5-41.

WATT, John et al. The Effects of Air Pollution on Cultural Heritage. New York: Springer, 2009. 312 p.

WATT, John; TIDBLAD Johan; KUCERA Vladmir; HAMILTON Ron. The Effects of Air Pollution on Cultural Heritage. New York: Springer, 2009. 312 p.

ZANCHETI, Sílvio Mendes. Gestão do Patrimônio Cultural Integrado. 20ª ed. Rio de Janeiro, Editora da Universidade de Pernambuco, 2002.

ZANCHETI, Sílvio Mendes. CONSERVAÇÃO INTEGRADA E PLANEJAMENTO URBANO: uma revisão. Cadernos de Estudos Sociais, Recife, v. 19, n. 1, p. 107-124, 13 jun. 2003. Semestral. Disponível em: <https://periodicos.fundaj.gov.br/CAD/article/view/1312/1032>. Acesso em: 29 set. 2021.

8. Apêndice 1 - Lista de equipamentos de monitoramento e especificações técnicas

8.1. MEDIDOR DE ESPESSURA DE CAMADA



Classe – A
Marca / Fornecedor – Instrutemp
Modelo – ITMC2001
Agente de deterioração – Forças físicas
Uso – Medição de espessura de camadas
Range – 0 ~ 1.250 μ m (0 ~ 50mils)
Memória – Datalogger até 99 medições
Comunicação – Não se aplica
Observações –

Especificações - O ITMC200 é um instrumento altamente inteligente e preciso, usado para medir com precisão a espessura do revestimento ou revestimento em quase todos os tipos de superfície de metal. Ele não indica apenas a espessura do revestimento, mas também identifica automaticamente o material de base (Fe significa metais magnéticos como ferro e aço; NFe significa metais não magnéticos, como alumínio, liga e aço inoxidável não magnético). É aplicável para medir vários revestimentos ou chapeamentos, incluindo pintura não magnética, cerâmica, esmalte, plástico, revestimento de borracha em materiais base magnéticos como ferro e aço, chapeamento de metais não ferrosos como níquel e cromo, revestimento anticorrosivo em indústria química e de petróleo, pintura não condutora, revestimento de plástico e filme de óxido anódico em dispositivos condutores não magnéticos, como em aeronaves ou veículos espaciais, veículos, eletrodomésticos, portas e janelas de alumínio, bem como outros utensílios de alumínio e revestimento ou revestimento condutivo, desde que a condutividade do revestimento ou revestimento é pelo menos 3 vezes menor que a dos materiais de base (como cobre com revestimento de cromo).

8.2. MEDIDOR DE FISSURAS TRIORTOGONAL



Classe – A
Marca / Fornecedor – Encardio Brasil
Modelo – MTJ-01
Agente de deterioração – Forças físicas
Uso – Medição de fissuras ou trincas
Range – +- 10mm ou +- 15mm
Memória – Não se aplica
Comunicação – Não se aplica
Observações – Existem peças opcionais para medições mais precisas.

Especificações - O medidor triortogonal é um instrumento utilizado para obtenção de deslocamentos em juntas e abertura de fissuras em barragens de concreto, galerias, túneis e maciços rochosos. Os deslocamentos são medidos em três direções com auxílio de um sistema de apoios, constituído em aço inox, e fixados convenientemente na estrutura. Com relógio comparador adaptado obtêm-se facilmente as medidas das variações nos três eixos ortogonais desejados.

8.3. TRANSDUTOR DE DESLOCAMENTO LINEAR



Classe – A
Marca / Fornecedor – Encardio Brasil
Modelo – EDE-VXX-SC
Agente de deterioração – Forças físicas
Uso – Medição de fissuras ou trincas
Range – 15, 25, 50, 100 ou 150 mm
Memória – Não se aplica
Comunicação – Via software específico
Observações – Existem peças opcionais para medições específicas.

Especificações - O transdutor de deslocamento linear EDE-VXX integrado com um sensor de fio vibratório que converte o deslocamento mecânico em uma saída de frequência elétrica. O sensor pode ser usado em diferentes instrumentos, como medidores de juntas uniaxiais, medidores de juntas triaxiais, medidores de trincas, extensômetros de sondagem, extensômetros de solo etc.

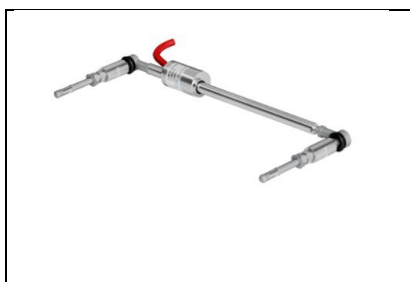
8.4.MEDIDOR MECÂNICO DE FISSURA



Classe – A
Marca / Fornecedor – Encardio Brasil
Modelo – EDJ-41M
Agente de deterioração – Forças físicas
Uso – Medição de fissuras ou trincas
Range – 150 mm
Memória – Não se aplica
Comunicação – Não se aplica
Observações – Existem peças opcionais para medições mais precisas.

Especificações - O EDJ-41M é projetado para monitorar rachaduras, juntas e fissuras. Ele incorpora dois blocos de dados redondos de aço inoxidável instalados em ambos os lados da abertura ou fechamento da fissura. Um paquímetro digital com uma resolução de 0,01 mm é usado para medir a distância entre as ranhuras dos blocos de referência.

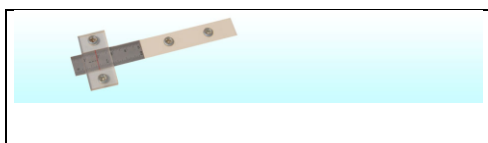
8.5.MEDIDOR DE FISSURA - SINAL ELÉTRICO



Classe – A
Marca / Fornecedor – Encardio Brasil
Modelo – EDJ-40V
Agente de deterioração – Forças físicas
Uso – Medição de fissuras ou trincas
Range – 15, 25, 50 mm
Memória – Não se aplica
Comunicação – Via software específico
Observações –

Especificações - Este medidor de junta foi projetado para medição de juntas de superfície e consiste de um transdutor de deslocamento de fio vibratório EDE-VXX, fixado entre âncoras, instalado em lados opostos da junta rachadura.

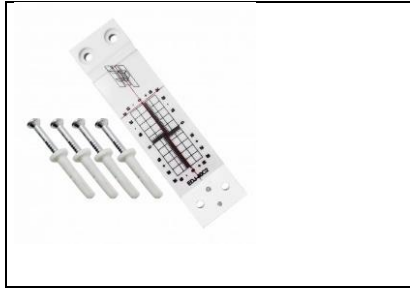
8.6.MEDIDOR MECÂNICO UNIAXIAL DE FISSURA



Classe – A
Marca / Fornecedor – Encardio Brasil
Modelo – EDJ-40C
Agente de deterioração – Forças físicas
Uso – Medição de fissuras ou trincas
Range – 50, 100 mm
Memória – Não se aplica
Comunicação – Não se aplica
Observações –

Especificações - O medidor de trincas EDJ-40C é ideal para medir a mudança na largura de uma trinca de superfície até uma resolução de 0,5 mm. É integrado com uma escala graduada e uma placa de acrílico transparente com uma marca de cursor de linha fina. A montagem, quando instalada através da fissura, a escala graduada e o cursor se movem um em relação ao outro, dependendo da abertura ou fechamento da fissura.

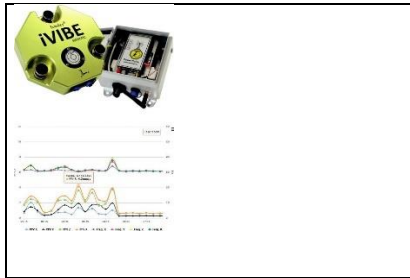
8.7.MEDIDOR MECÂNICO BIAxIAL DE TRINCA



Classe – A
Marca / Fornecedor – Encardio Brasil
Modelo – EDJ-40C2
Agente de deterioração – Forças físicas
Uso – Medição de fissuras ou trincas
Range – - ± 25 mm (eixo x), ± 10 mm (eixo y).
Memória – Não se aplica
Comunicação – Não se aplica
Observações –.

Especificações - O modelo EDJ-40C2 é um medidor de trincas mecânico biaxial com marcação de ± 25 mm (eixo x) e ± 10 mm (eixo y). É ideal para medir a mudança na largura de uma trinca superficial para uma resolução de 0,5 mm, ou tesoura. O medidor de trinca biaxial EDJ-40C2 consiste em uma escala graduada com resolução de 0,5 mm e uma placa acrílica transparente com uma marca de cursor de linha fina. A escala graduada e a placa acrílica transparente são montadas através da fenda com âncoras expansíveis em furos de 5 mm de diâmetro perfurados a uma profundidade de 30 mm, como mostrado na figura adjacente.

8.8.MONITOR DE RUÍDO E VIBRAÇÃO



Classe – B
Marca / Fornecedor – Turnkey Instruments Brasil
Modelo – iVIBe
Agente de deterioração – Forças físicas
Uso – Ruído e vibração
Range – 30 dB a 120 dB SPL
Memória – Não especificada
Comunicação – Internet
Observações – Também registra dados meteorológicos e de qualidade do ar.

Especificações - O iVIBeismic da Turnkey® Internet é um monitor remoto para ruído e vibração, com registro de dados e alarmes automáticos via e-mail, mensagem de texto ou sistemas de sirenes/luzes. Vários tipos de alertas e limites, para vibração e ruído, são configurados pelo usuário e seus valores podem ser definidos para depender de várias referências temporais. O iVIBeismic se conecta ao servidor em nuvem do Turnkey, o AirQWeb. Isso permite monitoramento e controle integrados de ruído, vibração, meteorologia e qualidade do ar em seu site. Dados on-line e evolução histórica de PPV, Leq, L10, L90 e outras leituras estão disponíveis para visualização no seu computador, smartphone ou tablet, em qualquer lugar, a qualquer hora. O intervalo de médias reportadas pode ser tão rápido quanto a cada minuto. O iVIBeismic fornece um desempenho de Classe 1 em uma faixa dinâmica de 95 dB, portanto, 30 dB a 120 dB SPL são cobertos em um único intervalo. Excepcionalmente, o iVIBeismic mede as ponderações de frequência dB(A) e dB(C) simultaneamente, com ponderações de tempo F ou S. Assim como o Leq durante o intervalo de relatório, o iVIBeismic também reporta valores estatísticos como L10, L90 e Lmax em ambos dB(A) e dB(C) simultaneamente. Outros indicadores estatísticos, durante períodos arbitrários, podem ser calculados no AirQWeb a partir das leituras enviadas.

8.9. MICROSCÓPIO ELETRÔNICO PORTÁTIL



Classe – A
Marca / Fornecedor – Dinolite
Modelo – AM7515MZTL
Agente de deterioração – Forças físicas
Uso – Análise visual de materiais
Range – 200x
Memória – Não se aplica
Comunicação – Cabo / sem fio / internet
Observações – Existem vários modelos para fins específicos e contempla grande gama de acessórios para diversos usos no campo ou em laboratório.

Especificações - O modelo AM7515MZTL da série Edge traz em suas características, o recurso de reconhecimento de ampliação automática e a troca de adaptadores frontais. Além disso, ele possui resolução de 5 megapixels oferecendo qualidade de imagem incomparável com nitidez impressionante. O recurso de reconhecimento de ampliação automática aumenta a precisão da leitura das medições. Este modelo traz com ele 7 adaptadores que permitem trabalhar com o microscópio de diversas formas: Adaptador padrão; Adaptador longo para trabalhar a distância; Adaptador para focar em até 200x; Adaptador com difusor de luz; Adaptador com difusor Opal de luz; Adaptador fechado que permite trabalhar em contato com o material sem contaminação do equipamento; Adaptador com câmera escura para trabalhar apenas com a iluminação do microscópio. É um microscópio que pode ser usado em diversas aplicações por sua versatilidade e precisão nas medições realizadas; O software DinoCapture acompanha todos os microscópios Dino-Lite com interface USB.

8.10. ADAPTADOR WIFI



Classe – A
Marca / Fornecedor – Dinolite
Modelo – WF-10
Agente de deterioração – Forças físicas
Uso – Transmissão de imagem sem fio
Range – Não especificado.
Memória – Não se aplica
Comunicação – Sem fio
Observações –

Especificações - O adaptador Wi-Fi WF-10 permite que os modelos Dino-Lite com interface USB possam ser utilizados em tablets, smartphones ou computadores que possuam sistema operacional iOS (iPhone/iPad), Android ou Windows. Você pode transmitir a imagem em tempo real para diversos dispositivos. O WF-10 tem uma bateria substituível e pode ser utilizado em qualquer lugar.

8.11. CÂMERA TERMOGRÁFICA



Classe – B
Marca / Fornecedor – Instrutemp
Modelo – FLIR C3
Agente de deterioração – Fogo
Uso – Monitoramento diversos
Range – Não especificado.
Memória – Não especificada
Comunicação – Sem fio / internet
Observações – Equipamento portátil.

Especificações - FLIRC3™ Sistema Compacto de Imagens Térmicas com Wi-Fi A FLIR C3 foi criada para ser uma ferramenta de escolha para inspecionar edifícios, efetuar a manutenção de instalações, bem como verificar o aquecimento, a ventilação e o ar-condicionado (Heating, Ventilation, Air Conditioning – HVAC) ou reparos elétricos. É uma câmera fina que cabe facilmente no bolso para que

possa levá-la para qualquer lugar. Possui tela sensível ao toque que facilita o compartilhamento de imagens via Wi-Fi. A FLIR C3 com Wi-Fi facilita o compartilhamento com smartphone ou tablet através do aplicativo FLIR Tools Mobile que transfere as imagens instantaneamente. É possível criar um relatório e enviá-lo diretamente do local de trabalho. Possui recursos de medição profissionais como o Ponto Quente ou Ponto Frio que possibilita fazer uma medição rápida dentro da caixa de área definida. A C3 mostra um fotômetro, bem como a temperatura Máx. ou Mín., para que se veja instantaneamente onde está mais quente ou mais frio. O aprimoramento de imagem msx® conta com a tecnologia MSX® exclusiva da FLIR, que adiciona detalhes importantes da câmera integrada de luz visível a toda a imagem em infravermelho em tempo real. O resultado: uma imagem térmica completa, nítida, com características de luz visível que permite reconhecer instantaneamente onde se encontra o padrão de calor problemático. A tecnologia MSX® opera em tempo real, quer se observe o LCD da câmera, quer se efetue streaming de vídeo através de USB.

8.12. MONITOR E CONTROLADOR DE ENERGIA



Classe – A
 Marca / Fornecedor – Fullgauge
 Modelo – PWR-3200 plus
 Agente de deterioração – Fogo
 Uso – Monitoramento de energia elétrica
 Range – 50 a 500Vac (50/60Hz)
 Memória – Datalogger com 8Mb
 Comunicação – Via software específico / internet
 Observações –

Especificações - Medidor de energia trifásico e controlador de demanda e fator de potência com 32 saídas de controle que podem compartilhar as funções de controle de demanda, controle de fator de potência e programações horárias. Além disso, possibilita a medição das tensões e correntes nas 3 fases, o cálculo das energias e das potências Ativa, Reativa e Aparente (trifásicas e monofásicas), assim como dos fatores de potência, e a integração da potência instantânea trifásica em períodos de 15 minutos para controle de demanda. Possui memória interna (datalogger) com capacidade de até 8Mb ou até 76 dias (dependendo do intervalo configurado entre as amostras). Possui comunicação serial para conexão com o software Sitrad.

8.13. CONTROLADOR E MONITOR DE TEMPERATURA E UMIDADE



Classe – A
 Marca / Fornecedor – Fullgauge
 Modelo – MT-530E plus
 Agente de deterioração – Fogo
 Uso – Monitoramento de temperatura e umidade
 Range – -10 a 70.0 °C $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ / 10 a 85%UR $\pm 5\%$ UR.
 Memória – Não se aplica
 Comunicação – Via software específico / internet
 Observações –

Especificações - Possui 3 saídas: controle de temperatura, controle da umidade e auxiliar que atua como um segundo estágio de controle de temperatura, controle de umidade, alarme ou temporizador cíclico (timer). Este controlador é indicado para baixa e média umidade relativa do ar (de 10 a 85% sem condensação). Seus sensores de temperatura e umidade são unidos em um único bulbo, diminuindo o espaço e fiação de instalação. Possui alarme sonoro interno (buzzer). Este produto possui certificações CE e UL. Possui comunicação serial para conexão com o software Sitrad. Os produtos da linha Evolution contam com frontal blindada IP-65, tecla Flatec para acesso facilitado, display com quatro dígitos e acessórios exclusivos*, como a chave programadora Easy Prog e a capa protetora E case.

8.14. EQUIPAMENTO PARA COMUNICAÇÃO SEM FIO VIA WIFI



Classe – A
Marca / Fornecedor – Fullgauge
Modelo – TCP-485 WIFI LOG
Agente de deterioração – Fogo / temperatura e umidade
Uso – Transformação de sinais sem fio
Range – Não se aplica
Memória – Não se aplica
Comunicação – Via software específico / internet
Observações – Se adapta a vários medidores e monitores.

Especificações - Este conversor permite a comunicação entre os controladores Full Gauge Controls com o software Sitrad através de uma rede de dados WiFi, usando o padrão de comunicação TCP/IP. Possui memória interna (datalogger) para armazenamento dos dados. O uso da TCP-485 WiFi Log dispensa o uso de cabeamento ethernet para gerenciamento das instalações.

8.15. ACIONADOR MANUAL SEM FIO



Classe – B
Marca / Fornecedor – Firebee
Modelo – WBACR
Agente de deterioração – Fogo
Uso – Detecção a incêndio
Range – 2,4 GHz
Memória – Não se aplica
Comunicação – Sem fio
Observações –

Especificações - Nova linha de Acionadores Manuais que devido a sua tecnologia sem fio proporciona uma maior facilidade e agilidade na instalação, permitindo também extrema facilidade na mudança de layouts. Utiliza como fonte de energia duas pilhas tamanho AA, que dura em média de 24 a 48 meses em condições normais e com pilhas homologadas. Além disso, conta com rádio de comunicação sem fio com frequência de trabalho de 2,4 GHz, banda ISM. Consumo em operação normal: Máximo 10 μ A; Consumo em disparo: Máximo 850 μ A; Dimensões (C x L x H): 92,6 x 92,6 x 60,1 mm; Peso: 152 g; Alimentação: 2 pilhas alcalinas tamanho AA; Tempo de descarga da pilha: Até 24 meses; Frequência de trabalho: 2,4 GHz, Banda ISM1; Criptografia da rede: 128 bits; Taxa de Transferência de Dados: 256 Kbps; Tipo de Modulação do Sinal: O-QPSK; Padrão de comunicação: 802.15.4; Potência de Transmissão: 7 dBm; Sensibilidade: -97 dBm; Alcance máximo “indoor”: 30 m; Alcance máximo “outdoor” com visada: 60 m; Temperatura de armazenamento: 0 a 40 °C; Temperatura de operação: -10 a 50 °C; Grau de proteção: IP24; Tempo máximo de alerta de falhas: 5 min; Tempo médio de alerta sensor removido: 2s; Alerta de bateria esgotada na central: Sim; Indicador na central de nível de bateria: Sim.

8.16. DETECTOR DE FUMAÇA WIRELESS



Classe – B
Marca / Fornecedor – Firebee
Modelo – WBDFO – 20311
Agente de deterioração – Fogo
Uso – Detecção a incêndio
Range – 2.4 Ghz
Memória – Não se aplica
Comunicação – Sem fio
Observações –

Especificações - O WBDFO é um Detector de Fumaça com uma câmara formada por sensores de ópticos capazes de detectar a passagem de fumaça. É dotado com o sistema de Drift Compensation que o permite ser calibrado para diferentes ambientes e situações de uso. A função Drift Compensation permite ao detector reter a sua capacidade original de detectar fumaça atual e resistir a alarmes falsos.

Avisa a central sobre seu status da bateria em tempo real, dando alertas em 4 estágios. Sua alimentação é feita com 2 pilhas do tipo AA Alcalinas com duração de até 2 anos. Seu alcance é de 05m ~ 60 m de distância para pontos repetidores de sinal. *Os detectores de fumaça devem estar ao máximo alocados a 8 metros de altura atendendo uma área máxima de 81 metros quadrados. Dimensões: 112 x 106 x 190 mm; Peso: 200g; Alimentação: 02 Pilhas Alcalinas AA; Consumo em operação normal: Máximo 10 µA Autonomia de bateria: até 24 meses (02 anos); Rede em Mesh; Frequência: 2.4 Ghz, Banda ISM; Canal de frequência: 26/14/2.484Taxa de Transferência: 256 kbps; Modulação de Sinal: O-QPSK; Potência de Transmissão: 7 dBm; Sensibilidade: -97 dBm; Alcance de rádio interno: 05 mt ~ 60mt; Redundância de rede em malha; Criptografia: 128 bits; Chave de Segurança: 3 chaves distintas; MAC Address único; Protocolo seguro.

8.17. REPETIDOR AC IP65 COM SIRENE BP MULTI TONS



Classe – B
 Marca / Fornecedor – Firebee
 Modelo – WBRIT
 Agente de deterioração – Fogo
 Uso – Detecção a incêndio
 Range – 2.4 Ghz
 Memória – Não se aplica
 Comunicação – Sem fio
 Observações –.

Especificações - Nova linha de Repetidores de Sinal que devido a sua tecnologia sem fio proporciona uma maior facilidade e agilidade na instalação, permitindo também extrema facilidade na mudança de layouts dos repetidores. Os equipamentos possuem também um rádio de comunicação sem fio com frequência de trabalho de 2,4 GHz, banda ISM. Consumo em operação normal: Máximo 108mA Consumo em disparo: Máximo 195 mA; Dimensões sem antenas: 115 x 110 x 110 mm; Dimensões da antena: 195 x 12 x 12 mm; Peso: 530 g; Alimentação: Fonte Externa de 100/240 V para 9V, 500 mA, 4.5W; Bateria interna de backup: Lithium Ion 3.7 V, 2000mA/h; Tempo de carregamento da bateria: Até 12 horas; Tempo de descarga da bateria: Até 25 horas; Frequência de trabalho: 2,4 GHZ, Banda ISM1; Criptografia da rede: 128 bits; Taxa de Transferência de Dados: 256/512 Kbps; Tipo de modulação do sinal: O-QPSK; Padrão de comunicação: 802.15.4; Potência de transmissão: 7 dBm; Sensibilidade: -97 dBm; Alcance máximo “indoor”: 30 m; Alcance médio “outdoor”: 60 m; Alcance máximo “outdoor” com visada e antena de maior potência: 1500 m; Temperatura de armazenamento: 0 a 40 °C; Temperatura de operação: -40 a 85 °C; Grau de proteção: IP65; Tempo máximo de alerta de falhas: 5 min; Tempo médio de alerta sensor removido: 2s; Alerta de bateria esgotada na central: Sim.

8.18. CENTRAL DE ALARME DE INCÊNDIO SEM FIO



Classe – B
 Marca / Fornecedor – Firebee
 Modelo – CLX180
 Agente de deterioração – Fogo
 Uso – Detecção a incêndio
 Range – 65000 pontos
 Memória – 2Gb
 Comunicação – Sem fio
 Observações –.

Especificações – Central de incêndio que devido a sua tecnologia sem fio proporciona uma maior facilidade e agilidade na instalação, permitindo também extrema facilidade na mudança de layouts das centrais. Consumo em operação normal: Máximo 2 A; Consumo em disparo: Máximo 2,2 A; Dimensões (C x L x H): 1000 x 550 x 250 mm; Dimensões Embalagens (C x L x H): 1050 x 600 x 300 mm; Peso: 57000 g; Alimentação: 75 a 263 VAC 60 Hz; Tempo de descarga da pilha: 24 horas; Frequência de trabalho: 2,4 GHZ, Banda ISM1; Criptografia da rede: 128 bits; Taxa de Transferência de Dados: 256 Kbps; Tempo médio de alerta de incêndio: 2s; Temperatura de armazenamento: 0 a 50 °C; Temperatura de operação: -5 a 55 °C; Grau de proteção: IP50; Memória RAM: 2 Gb; Memória de armazenamento: 30 Gb; Tipo de modulação do sinal: O-QPSK; Ganho da antena: 5 dB; Potência de transmissão: 18 dBm; Sensibilidade: -102 dBm; Padrão de comunicação: 802.15.4; Capacidade de replicação: Sim; Relatórios

de Alertas: Sim; Relatórios de níveis de baterias: Sim; Relatórios de níveis de sinal: Sim; Acesso remoto: Sim; Tempo máximo de alerta de falhas: 5 min; Tempo médio de alerta sensor removido: 2s; SBY (See by Your Self): Sim; Tela touch screen: Não; Tamanho da tela: 18 polegadas; Número máximo de dispositivos: 65000.

8.19. DETECTOR INTELIGENTE DE FUMAÇA WIFI ALARME SONORO



Classe – A
Marca / Fornecedor – AGL
Modelo – WIFI
Agente de deterioração – Fogo
Uso – Detecção a incêndio
Range – 30m2
Memória – Não se aplica
Comunicação – Sem fio
Observações –.

Especificações – O Detector inteligente de fumaça AGL funciona simplesmente conectado a rede WiFi, não é necessária nenhuma central para funcionamento. Instalação totalmente sem fios, rápida e fácil; Emite alerta quando detecta fumaça em um ambiente; O dispositivo possui alarme sonoro com aproximadamente 75dB/m; Bateria interna recarregável com duração de até 6 meses; Possível fazer automação com outros produtos da linha no aplicativo AGL Home; Notificações push instantâneas no smartphone; Corrente: 100mA; Sensibilidade: 1,8°/0/ft 0,8°/0/ft; Alcance do detector (estimado): 30m2; Luz indicativa: LED vermelho; Bateria: 2 pilhas AAA; Rede sem fio: 2.4GHz, padrão 802.1b/g/n.

8.20. ESPECTRÔMETRO DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X DISPERSIVO DE ENERGIA PORTÁTIL



Classe – D
Marca / Fornecedor – BRUKER
Modelo – Tracer 5i
Agente de deterioração – Pragas
Uso – Análise de materiais
Range – 50 kV; 4-Watt X-ray source
Memória – Não especificado
Comunicação – Sem fio e USB
Observações –.

Especificações – Análise elementar qualitativa e semiquantitativa. Também realiza análise quantitativa ao utilizar calibrações com materiais de referência padrão de amostra semelhante, como ligas antigas à base de cobre. Permite a identificação de pigmentos, composição de todas as alusões, análise de cerâmica e pedra, diagnóstico de conservação, autenticação, detalhes de fabricação, identificação de materiais venenosos. Processador integrado e armazenamento de dados; Display interativo da tela de toque; Câmera Interna; Tamanho da mancha de medição selecionável; Filtros projetados pelo usuário mais roda de filtro; 50 kV; Fonte de raios-X de 4 Watts; Alta taxa de contagem; detecção de alta resolução; Conectividade Wi-Fi e USB.

8.21. CÂMERA INTELIGENTE IP ROTATIVA



Classe – A
Marca / Fornecedor – ICSEE
Modelo – Wifi dome ptz
Agente de deterioração – Pragas / Água
Uso – Monitoramento com imagem
Range – HD - 2mp - 960p (1280x960p).
Memória – 64Gb
Comunicação – Sem fio e RJ45
Observações –.

Especificações – Câmera ip externa wifi dome ptz; resistente à água; Gira 320° na horizontal - 110° na vertical; todos os comando pelo celular; conexão sem fio Wifi ou via cabo RJ45; slot para cartão de memória de até 64gb; aplicativo: ISCee - Android e ios; detecção de movimento com notificação em celular; sistema infravermelho, filma em total escuridão; microfone e alto falante integrados; resolução: HD - 2mp - 960p (1280x960p); dispensa o uso de dvr; lente: 3.6mm; alimentação: fonte 12v / 2A; Bateria interna: Não; Led infravermelho: Sim - 4 leds de alto brilho; Alcance: 15mts; compatibilidade: Android / iso; pode suportar até 5 usuários simultâneos; Pode visualizar 4 câmeras ao mesmo tempo; é controlada via aplicativo: ICSee Pro ou ICSee.

8.22. DATA LOGGER WI-FI



Classe – A
 Marca / Fornecedor – Testo
 Modelo – 160 THL
 Agente de deterioração – Luz, radiação ultravioleta e infravermelha
 Uso – Monitoramento radiações UV e Luz
 Range – 0 a 20000 lux / -10 a +50 °C / 0 a +10000 mW/m²
 Memória – 32.000 Total canais
 Comunicação – WiFi / USB
 Observações –.

Especificações – O testo 160 THL pertence à gama dos sistemas de registo de dados testo 160, que foi desenvolvida especialmente para os requisitos particulares nos museus. Graças a opções versáteis para combinações de sensores e sondas integradas, qualquer situação de monitorização, desde exposições e armazenamento até ao transporte de itens de coleção, está coberta. A operação e programação do sistema de registo de dados é simples e realizada diretamente através da Testo Cloud.

Monitorizar a temperatura, a humidade, a iluminância e a radiação UV com o sistema de registo de dados por wi-fi testo 160 THL. O data logger por wi-fi testo 160 THL é mais do que apenas um sistema de registo de clima fácil de usar para a monitorização de humidade e temperatura. Graças aos sensores integrados adicionais para radiação lux e UV, fornece informações precisas sobre as condições da luz numa vitrine de exposição ou sala de exposições. Os dados de medição são armazenados pelo sistema de registo de dados através da sua WLAN diretamente para a Testo Cloud. Se os valores limitem forem excedidos, será notificado imediatamente por e-mail ou (opcionalmente) por SMS graças à função de alarme. Pode aceder a todos os valores de medição e a funções de análise a qualquer momento e a partir de qualquer lugar com um smartphone, tablet ou PC compatível com a internet. O data logger por wi-fi testo 160 THL - adaptável e discreto. As pequenas dimensões do testo 160 THL (64 x 92 x 24 mm) e o seu design simples permitem posicionar-se facilmente em qualquer espaço. Em conjunto com a cobertura decorativa personalizável disponível opcionalmente (ver acessórios), o sistema de registo de dados pode ser adaptado para se misturar com o ambiente e, portanto, permanecer discreto. Isso significa que as suas exposições sempre serão o foco.

8.23. MONITOR DE TEMPERATURA



Classe – A
 Marca / Fornecedor – Fullgauge
 Modelo – PENTA III
 Agente de deterioração – Luz, radiação ultravioleta e infravermelha
 Uso – Monitoramento de temperatura
 Range – -50.0 a 105.0 °C
 Memória – Não se aplica
 Comunicação – Não se aplica
 Observações –.

Especificações – Termômetro portátil que monitora e indica a temperatura em 5 pontos distintos. Por ser uma ferramenta de grande versatilidade, é excelente para medições de temperatura em aparelhos de ar-condicionado central, automotivo ou de janela; freezers; no balanceamento frigorífico de evaporadores, entre outros. Apresenta recursos exclusivos como o registo das temperaturas mínimas e máximas, função HOLD (travamento das indicações instantâneas), mínimas e máximas, indicação das temperaturas média e diferencial, além do desligamento automático configurável. Dimensões: 135x75x34 mm.

8.24. DATA LOGGER WI-FI. - COM SENSORES INTEGRADOS DE UMIDADE E TEMPERATURA.



Classe – A
Marca / Fornecedor – Testo
Modelo – Saveris 2-H1
Agente de deterioração – Umidade relativa inadequada
Uso – Monitoramento de temperatura e umidade
Range – -30 a +50 °C / 0 a 100 %rF
Memória – 10 000 valores medidos / canal
Comunicação – WiFi / USB
Observações –.

Especificações – O sistema consiste em registradores de dados sem fios e um acesso à nuvem Testo. Sem necessidade de instalar qualquer software, pode começar a colocar em funcionamento e configurar de forma rápida e fácil através da nuvem. Os registradores de dados sem fios registam, de forma fiável, a temperatura e a humidade em intervalos ajustáveis e transmitem as leituras diretamente para a nuvem através da WLAN. As leituras armazenadas na nuvem podem ser avaliadas a qualquer momento e em qualquer lugar com um telefone inteligente, um tablet ou um computador com ligação à internet. Ao passar os valores-limite é imediatamente emitido um alerta por correio eletrónico ou, opcionalmente, por mensagem de texto para o seu tele móvel. Os registradores de dados armazenam internamente até 10.000 leituras por canal. O ecrã indica as leituras atuais, os incumprimentos de valores-limite e a restante duração da bateria. As baterias duram 24 meses e o utilizador pode mudá-las.

8.25. REGISTRADOR DE DADOS DE VIBRAÇÃO, UMIDADE E TEMPERATURA PARA MONITORAMENTO DE TRANSPORTE.



Classe – A
Marca / Fornecedor – Testo
Modelo – 184 G1
Agente de deterioração – Umidade relativa inadequada
Uso – Monitoramento de temperatura e umidade e vibração
Range – -20 a +70 °C / 0 a 100 %rF / 0 a 27 g - 0 a 265 m/s²
Memória – 64.000 valores medidos (temperatura e umidade); 1.000 valores medidos (impactos)
Comunicação – USB / NFC
Observações –.

Especificações – Data loggers testo 184 G1 para choque, umidade e temperatura, com possibilidade para monitorar o transporte de produtos sensíveis como eletrónicos, arte, produtos farmacêuticos ou alimentos durante um tempo de funcionamento ilimitado. O display ou LEDs informam se os valores-limite configurados foram respeitados. Para obter informações detalhadas, basta conectar o equipamento a um PC – um relatório PDF é imediatamente gerado com todos os dados relevantes. Para que se possa trabalhar de forma ainda mais eficiente e conveniente com os data loggers, todos os arquivos e informações necessários são armazenados de forma direta e segura no testo 184 G1: Arquivo de configuração, manual de instruções e relatório PDF de os dados gravados. O armazenamento de valor de medição do data logger testo 184 G1 para choque tem capacidade de 1000 valores de medição, para umidade e temperatura 64000 valores de medição. A taxa de medição é livremente selecionável de 1 min a 24 h. A bateria tem uma vida útil de 120 dias. A energia é fornecida por uma bateria padrão que pode ser trocada pelo usuário. O testo 184 G1 está em conformidade com GxP, 21 CFR Parte 11 e HACCP. A Testo AG é uma empresa certificada pela ISO 9001:2008 e garante a adesão às normas por meio de auditorias internas, bem como auditorias externas credenciadas.

8.26. MONITOR E CONTROLADOR DE TEMPERATURA.



Classe – A
Marca / Fornecedor – Fullgauge
Modelo – AUTOPID plus
Agente de deterioração – Temperatura inadequada
Uso – Monitoramento e controle de temperatura
Range – -50 a 100°C (com resolução de 0.1°C)
Memória – Não se aplica
Comunicação – via software específico / internet
Observações –.

Especificações – Para processos de refrigeração e aquecimento, utiliza controle do tipo PID (Proporcional - Integral - Derivativo), que possibilita controlar a temperatura com alto grau de precisão. Possui saída analógica de 0 a 10Vdc e saída PWM. Este produto possui certificação UL. Possui comunicação serial para conexão com o software Sitrad. Dimensões: 71x28x71 mm.

8.27. MINI DATA LOGGER TEMPERATURA.



Classe – A
Marca / Fornecedor – Testo
Modelo – 174 T
Agente de deterioração – Temperatura inadequada
Uso – Monitoramento de temperatura
Range – -30 a +70 °C
Memória – 16.000 valores medidos
Comunicação – USB
Observações –.

Especificações – O mini data logger para temperatura, testo 174T, é ideal para controlar o transporte. Simplesmente posicione perto do objeto desejado e o data logger monitoriza a temperatura contínua, segura e discretamente. O gratuito software Comsoft para testo 174 permite uma rápida programação do data logger e uma fácil análise.

8.28. SENSOR INTELIGENTE DE TEMPERATURA.



Classe – A
Marca / Fornecedor – Intelbras
Modelo – AST 3001
Agente de deterioração – Temperatura inadequada
Uso – Monitoramento de temperatura
Range – -20°C +50°C, $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$
Memória – Não se aplica
Comunicação – WiFi / internet
Observações –. Também tem sensor de umidade.

Especificações – Monitora a temperatura e a umidade em tempo real. Necessita de um hub da linha Mibo Home. Envia os dados monitorados por conexão WiFi para celulares ou tablets via aplicativo específico e o monitoramento pode ser feito pela internet. É possível criar lógicas de automação com vários sensores para objetivos específicos de monitoramento, como por exemplo a comparação entre temperaturas de vários sensores.

8.29. MONITOR DE ALTA PRECISÃO PARA QUATRO MONITORAMENTOS DISTINTOS.



Classe – A
Marca / Fornecedor – Fullgauge
Modelo – TI-44E plus
Agente de deterioração – Temperatura inadequada
Uso – Monitoramento de temperatura
Range – - 50 a 200°C (-58 a 392°F)
Memória – Não se aplica
Comunicação – Via software específico / internet
Observações –.

Especificações – Termômetro com entrada para até quatro sensores com comunicação serial para conexão ao software Sitrad. Cada entrada de sensor pode ser configurada individualmente através do menu de funções avançadas, onde o usuário ativa ou desativa a utilização de cada sensor e ajusta o offset de calibração deles. O usuário também tem a sua disposição o cálculo da temperatura diferencial e média entre os sensores, além de um sistema inteligente de bloqueio de funções que impede que pessoas não autorizadas alterem os parâmetros de controle. Possui comunicação serial para conexão com o Sitrad. Os produtos da linha Evolution contam com frontal blindada IP-65, tecla Flatec para acesso facilitado, display com quatro dígitos e acessórios exclusivos, como a chave programadora EasyProg e a capa protetora Ecase. Dimensões: 71 x 28 x 71 mm.

8.30. CONTROLADOR E MONITOR DE TEMPERATURA E UMIDADE.



Classe – A
Marca / Fornecedor – Fullgauge
Modelo – MT-530E super
Agente de deterioração – Temperatura inadequada
Uso – Monitoramento e controle de temperatura
Range – -10 a 70.0 °C ±1.5°C (com resolução de 0.1°C)
Memória – Não se aplica
Comunicação – Via software específico / internet
Observações – Também controla umidade

Especificações – Possui 3 saídas: controle de temperatura, controle da umidade e auxiliar que atua como um segundo estágio de controle de temperatura, controle de umidade, alarme ou temporizador cíclico (timer). Este controlador é indicado para baixa e média umidade relativa do ar (de 10 a 85% sem condensação). Seus sensores de temperatura e umidade são unidos em um único bulbo, diminuindo o espaço e fiação de instalação. Possui alarme sonoro interno (buzzer). Este produto possui certificações CE e UL. Possui comunicação serial para conexão com o software Sitrad. Os produtos da linha Evolution contam com frontal blindada IP-65, tecla Flatec para acesso facilitado, display com quatro dígitos e acessórios exclusivos*, como a chave programadora EasyProg e a capa protetora Ecase. Dimensões: 71 x 28 x 71 mm.

8.31. SENSOR INTELIGENTE WIFI PARA PORTAS, JANELA E ACESSOS DIVERSOS.



Classe – A
Marca / Fornecedor – AGL
Modelo – 1106082
Agente de deterioração – Roubo e vandalismo
Uso – Monitoramento de acessos
Range – Não se aplica
Memória – Não se aplica
Comunicação – Via software específico / internet / WiFi
Observações –.

Especificações – Sensor inteligente que monitora a abertura de porta, janelas ou quaisquer acessos que tenham abertura física semelhante a uma porta. A Instalação é totalmente sem fios, rápida e fácil. É possível verificar o nível de bateria pelo aplicativo; Histórico de abertura e fechamento de porta; Indicação de porta aberta ou fechada pelo aplicativo; Bateria interna recarregável com duração de até 6 meses,(o tempo de duração da bateria pode variar de acordo com quantidade de aberturas e fechamentos diários); Possível fazer automação com outros produtos da linha no aplicativo AGL Home; Notificações push instantâneas em smartphones ou tablets; Certificação ANATEL; Acabamento Fosco; Formato Retangular; Forma de instalação: Instalado em porta, janelas ou gavetas com fita dupla face; Usos específicos do produto: Interno; Peso 0.08 Quilogramas; Comprimento 31 milímetros; Largura 12 milímetros; Altura 7.2 centímetros; ASIN B08BT6447G; EAN 7899884514412.

8.32. SENSOR DE PRESENÇA INTELIGENTE WIFI.



Classe – A
Marca / Fornecedor – EKAZA
Modelo – EKTV-T003
Agente de deterioração – Roubo e vandalismo
Uso – Monitoramento de movimento
Range – Não se aplica
Memória – Não se aplica
Comunicação – Via software específico / internet / WiFi
Observações –.

Especificações – Sensor De Presença inteligente Ekaza. Necessita de uma Central Smart HUB Ekaza para funcionar. Fácil Instalação e não necessita de fios (Funciona com Bateria). Informação do Status da Bateria no App. App Ekaza em português (iOS e Android). Protocolo Zigbee 2.0. Compatível com Smartlife. Compatível com Alexa e Google Assistant. Compatível Samsung SmartThings. Detecção de Movimento Por Infravermelho com alcance de 7 mt e 170 graus. Permite a criação automação com outros sensores. Recebe avisos instantaneamente no smartphone de movimentação detectadas pelo sensor de Presença. Bateria: CR2450. Certificação: RoHS, FCC, IC, UL, ANATEL. Temperatura operacional: - 20 C 60 C. Umidade operacional: 0% 95%, Sem Condensação. Botões: Botão de Reset Configuração. Cor: Branco.

8.33. SENSOR DE INUNDAÇÃO DE ÁGUA INTELIGENTE WI-FI.



Classe – A
Marca / Fornecedor – Neo
Modelo – Neo Smart
Agente de deterioração – Água
Uso – Monitoramento de presença de água
Range – Não se aplica
Memória – Não se aplica
Comunicação – Via software específico / internet / WiFi
Observações –

Especificações – Sensor de vazamento de água: Com sondas sensíveis. Controle por App: A partir do aplicativo pode-se receber notificação instantânea de vazamento de água que vai tocar alarme no smartphone. Protegido com painel IP 65 impermeável profissional. A energia vem de bateria de alta duração. O sensor não requer fios para a instalação. Possui bateria CR2. Vida da bateria: Aproximadamente 2 anos. Corrente de consumo: 10uA. Tipo sem fio: 2.4GHz. Protocolo: IEEE 802.11b / g / n. WiFi: Distância: 45m. APP: TuyaImpermevel: IP65Cor branca. Material: PC + ABS. Temperatura de operação: 0-40°. Tamanho: 68 x 68 x 34mm. Peso: 65g.

8.34. NÍVEL DE ÁGUA E FUGA DE ÁGUA - ALARME INTELIGENTE WIFI.



Classe – A
Marca / Fornecedor – Generic Brand
Modelo – TuyaAPP Wifi
Agente de deterioração – Água
Uso – Monitoramento de caixas de água
Range – Não se aplica
Memória – Não se aplica
Comunicação – Via software específico / internet / WiFi
Observações –

Especificações – Alarme de detecção de água inteligente WiFi, usado principalmente para detecção de vazamento de água. Quando ocorre um vazamento de água, uma mensagem de alarme é enviada ao celular imediatamente, e o celular pode ser usado para monitoramento remoto durante todo o processo. O produto é amplamente utilizado em residências, lojas, indústrias e outros usuários, bem como na gestão comunitária da água. O sensor usa tecnologia de processamento de energia ultrabaixa. Pode relatar o status do vazamento de água em tempo real. Função: alarme de nível de água, alarme de vazamento / transbordamento de água, alarme de água no máximo, notificação de longa espera, lembrete de bateria fraca, sem falsos positivos, fácil instalação, suporte IOS, sistema Android. Linha de detecção longa, com 0,8 m. Material do revestimento: ABS. Padrão WIFI: IEEE802.11b / g / n. Bateria: 2 pilhas AAA. Corrente de consumo: 30 uA. Corrente de emissão: 35mA. Ambiente de trabalho: 0 graus ~ 50 graus. Tamanho do item: 72 x 45,5 x 14 mm.

8.35. DRONE.



Classe – B
Marca / Fornecedor – DJI
Modelo – Phantom 4 pro
Agente de deterioração – Água
Uso – Monitoramento de telhados e calhas
Range – Não se aplica
Memória – Não se aplica
Comunicação – Via software específico
Observações –

Especificações – Contando com um sensor CMOS de 1” capaz de gravar vídeos em 4K a 60fps e fotos em 20 MP, o Phantom 4 Pro V2.0 concede absoluta liberdade criativa. O sistema de transmissão OcuSync 2.0 HD garante conectividade estável e confiável. Seu sensor de obstáculos em cinco direções oferece segurança extra e o controle remoto exclusivo conta com uma tela integrada, trazendo ainda mais

controle e precisão. Uma vasta gama de recursos inteligentes torna a experiência de voo muito mais prática. O Phantom 4 Pro V2.0 é uma solução completa para capturar imagens aéreas, criada para uso profissional.

8.36. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DIGITAL COMPLETA.



Classe – C
 Marca / Fornecedor – Highmed
 Modelo – HM-1080
 Agente de deterioração – Água
 Uso – Monitoramento climático
 Range – Multiparamentros
 Memória – 4.080 pontos de dados
 Comunicação – Via software específico / internet
 Observações –.

Especificações – A estação meteorológica HM-1080 mede a velocidade do vento, direção do vento, precipitação, temperatura e umidade (interior e exterior), pressão barométrica, ponto de orvalho e sensação térmica. Registra 4.080 pontos de dados, interface USB e software Windows para monitoramento em tempo real. Compacta e fácil de instalar a estação meteorológica tem uma impressionante confiabilidade a um custo muito baixo. Transmite a 45 segundos de intervalo através de uma linha de 100 metros sem fio de alcance. Tela de console de toque com retro iluminação (temporário). Sem energia AC se necessário. Console com projeto ideal, fina e portátil para montagem na parede ou monitor de desktop. A tecnologia desse equipamento tem um ótimo desempenho na emissão de dados sem fio, com tecnologia de sensores avançados os resultados são: Ótima precisão a um custo baixo. Ele oferece dados instantâneos e históricos de temperatura interna e externa, umidade, velocidade do vento (média e rajada), direção do vento, pressão barométrica e precipitação. O controlador de toque tela registra 4.080 pontos de dados com intervalo de amostragem ajustável (máximo de 5 minutos). Existe um mecanismo que mostra na tela quando a memória está ficando cheia para que os dados possam ser baixados e arquivados em um computador através de uma porta USB integrado e Inclui o software. O Display tem um relógio rádio controlado (WWVB) para melhorar a precisão. O controlador funciona com 3 pilhas AA e pode ser montado até 100 metros de distância dos sensores até o display. A tecnologia do HM-1080 vem com um conjunto de sensores avançados (anemômetro, direção metros, sensor de temperatura / umidade, medidor de chuva, a montagem do pólo), touch screen wireless controller / display, cabo USB para conexão a um PC, software e braçadeiras para tubos para a montagem do conjunto de sensores para um local.

Faixa de Temperatura Interna: 0 a 50°C. Faixa de Temperatura Externa: -40 a +65°C. Faixa de Umidade Interna: 10% a 99% UR. Faixa de Umidade Externa: 10% a 99% UR. Faixa de Pressão do Ar (interno): 300-1100hPa (8.85-32.5 inHg). Velocidade do vento (externo): 0-160 km/h (0-100 mph) – (fora de faixa mostrará "---"). Volume de chuva (externo): 0 a 9999mm (fora de faixa mostrará ---). Distância de transmissão (campo aberto): 100 metros. Frequência: 433MHz. Resolução: 0,1°C / 1% UR / 0,1 hPa / / 0,3 mm. Precisão: ± 1°C / ± 5% UR / ± 3 hPa (entre 700 - 1100 hPa) / ± 1 m/s / ± 10%. Intervalo de medição do sensor remoto: 48 segundos. Resolução: 1%. Nível de prova d'água: IPX3. Duração do alarme: 120s.

8.37. VÁLVULA DE ÁGUA INTELIGENTE WIFI.



Classe – A
 Marca / Fornecedor – Centechia
 Modelo – Não especificado
 Agente de deterioração – Água
 Uso – Comando de fluxo de água
 Range – 1 polegada
 Memória – Não se aplica
 Comunicação – Via software específico / Wifi / internet
 Observações –.

Especificações – Controle remoto para válvula de água ou gás via APP Tuya, por telefone móvel ou tablet. É possível fechar ou abrir a válvula pela internet. Só suporta 2.4g Wi-Fi. Compatível com amazona, alexa e google casa assistente. Permite que desligar a válvula via comando por voz. É possível

criar lógica de automação com outros sensores. Pode ser o caso por exemplo de fechar uma tubulação de água com base na informação de alarme de um sensor de inundação.

8.38. BOROSCÓPIO DIGITAL PORTÁTIL.



Classe – A
Marca / Fornecedor – Instrutemp
Modelo – ITBORO1055XA
Agente de deterioração – Água
Uso – Monitoramento
Range – CÂMERA DE 5,5MM
Memória – Não se aplica
Comunicação – USB
Observações – Sonda com 10m

Especificações – Pertence a série ITBORO Instrutemp, um Boroscópio de design leve e portátil para inspeção visual. Sua aplicabilidade é bastante ampla, permitindo a visualização de regiões de difícil acesso. Possui flexibilidade e dimensões reduzidas, o que possibilita carregar de forma fácil e eficiente. Através de uma sonda com iluminação própria, é possível inspecionar pequenos orifícios, permitindo visualizar o interior de regiões confinadas ou de difícil acesso ao vivo, podendo ser também registrado através de fotografias e vídeos, que podem ser transferidos para o PC ou notebook através do cabo USB (incluso). Por ter um conector universal, é possível utilizar qualquer sonda da linha ITBORO em seu ITBOROVISOR.

8.39. MINICÂMERA VERSÃO ALEMÃ CAMCORDER COM VISÃO NOTURNA.



Classe – A
Marca / Fornecedor – Sikvio
Modelo – 5561
Agente de deterioração – Água
Uso – Monitoramento
Range – 1080P (Full-HD)
Memória – cartão micro sd, até 128g
Comunicação – WiFi / internet
Observações –

Especificações – Câmera com suporte a 2.4ghz e não suporta redes de 5ghz. Imagens de alta qualidade, HD 1080p, clara e brilhantemente. Super mini como o dedo polegar. Suporta uma variedade de sistemas (android / iOS / windows / mac os x) fácil de conectar. Os vídeo e fotos podem exibir o tempo para facilitar a busca dos arquivos. Todos os arquivos de vídeo gravados podem ser baixados, reproduzidos, excluídos ou compartilhados remotamente pelo telefone celular via app. Apoio com loop de gravação para nunca precisar parar a gravação devido ao cartão cheio. Suporta detecção de movimento e quando pegar qualquer ação, será emitida uma mensagem de alerta em tempo real. Dá suporte a vários usuários. Raio Eficaz Do Wifi: 30M. Codificação De Vídeo: H.264. Resolução: 1920x1080P/1080x720/640x480. Formato De Vídeo: avi. Taxa De Quadros De Vídeo: 15-30fps. Armazenamento: cartão micro sd, até 128g. Tempo de gravação: 140 minutos. Tempo de carga da bateria: 2-3 horas.

8.40. ANALISADOR DE OZÔNIO PORTÁTIL MULTIFUNCIONAL O3 INTELIGENTE. COM SENSOR, MONITOR DE POLUIÇÃO E DA QUALIDADE DO AR.



Classe – A
Marca / Fornecedor – Banggood
Modelo – Não especificado
Agente de deterioração – Poluentes
Uso – Monitoramento
Range – 0 a 4,999 (O₃ Concentração de AQI)
Memória – cartão micro sd, até 128g
Comunicação – USB
Observações –

Especificações – Visor de cristal líquido colorido de 2,8 "(LCD), 320 x 240 pixels. Limite de alarme ajustável pelo usuário para O₃ para alertar o usuário sobre níveis elevados. Pode ser usado em escritório, interior exterior e detecção de resíduos de ozônio após desinfecção. Bateria de lítio de grande capacidade de 2000mAh. Ventilador integrado para aspirar o ar ambiente para resultados mais precisos em tempo real. Micro USB charge Aviso de bateria fraca. Sensor eletroquímico para O₃. Sensor de temperatura e umidade. AQI para índice de concentração de ozônio. Tempo de suporte e data, função de auto-calibração. Porta de carga USB para uso conveniente. Material: ABS. Cor: preto + laranja. Tamanho da tela: 2,8 pol. O₃ concentração AQI: 0 ~ 0,100: Ótimo; 0,100 ~ 0,300: Ligeiro; 0,300 ~ 1,000: moderado 1,000 ~ 4,999: Sério. Tamanho do item: 164 x 74 x 26 mm.

8.41. ESPECTRÔMETRO FTIR PORTÁTIL.



Classe – D
Marca / Fornecedor – AGILENT
Modelo – 4300 Handheld FTIR
Agente de deterioração – Poluentes
Uso – Análise de materiais
Range – Não especificado
Memória – Não especificado
Comunicação – USB
Observações –

Especificações – Permite a identificação de materiais orgânicos, incluindo aglutinantes, adesivos, consolidantes e alguns materiais inorgânicos, como pigmentos e produtos de alteração. Os tipos de amostras geralmente incluem superfícies de absorção e dispersão de infravermelhos, superfícies metálicas reflexivas com revestimentos e filmes, bem como análise de materiais a granel, incluindo pós e grânulos. A análise de polímeros, revestimentos, compósitos e artefatos históricos e arqueológicos e obras de arte podem ser facilmente feitas in situ sem destruir a amostra ou removê-la de sua localização. Pequeno e leve. Análise de MID-IR altamente precisa. Sem preparação para amostras. Projetado para uso em campo. Capacidade de bateria a quente e permutável para uso prolongado. CPU integrada para facilitar o uso. Conexão USB a qualquer computador, se necessário. Interfaces de amostragem intercambiáveis e auto reconhecidas. Resistente à água para condições climáticas inclementes.

8.42. ESPECTRÔMETRO RAMAN PORTÁTIL.



Classe – C
Marca / Fornecedor – BWTEK
Modelo – i-Raman Plus
Agente de deterioração – Poluentes
Uso – Análise de materiais
Range – Resolução com configurações de 65cm⁻¹ até 4200cm⁻¹
Memória – Não especificado
Comunicação – USB
Observações –

Especificações – É projetado para identificação e verificação rápida da especificação raman e verificação de materiais baseados em bibliotecas. Bibliotecas são fáceis de criar, enquanto os resultados estão a apenas um clique de distância. Os recursos de emissão de relatórios permitem que um usuário salve, visualize e imprima qualquer relatório de análise. O i-Raman Plus usa um detector de matriz CCD de alta eficiência quântica com resfriamento mais profundo e alto alcance dinâmico, este espectrômetro Raman portátil oferece uma relação de sinal/ruído melhorada por até 30 minutos de tempo de integração, tornando possível medir sinais fracos de Raman. O i-Raman Plus apresenta a combinação única de ampla cobertura espectral e alta resolução com configurações de 65 cm⁻¹ até 4200cm⁻¹, permitindo medir faixas de alongamento em torno de 3100cm⁻¹. A pequena pegada do sistema, o design leve e o baixo consumo de energia fornecem capacidades raman grau de pesquisa em qualquer lugar. O i-Raman Plus vem de série com uma sonda de fibra óptica, e pode ser usado com um suporte de cuvette, um microscópio de vídeo, um suporte de teste de estágio de posicionamento XYZ e software de análise multivariada e software de identificação. Permite a identificação de materiais inorgânicos, incluindo pigmentos, produtos de alteração, pedras e alguns materiais orgânicos. Spot size: 14 um x 0.9 um. 2 lasers de excitação (532nm ou 785 nm) e controle de potência a laser. Tempos de integração rápidos. Interface USB. Aproximadamente 5 kg de peso.

8.43. EQUIPAMENTO DE RADIOGRAFIA DE RAIOS-X DIGITAL



Classe – D
Marca / Fornecedor – SCANNA
Modelo – Scanx Scout with X-ray plates and X-ray source
Agente de deterioração – Dissociação
Uso – Análise de materiais
Range – Não especificado
Memória – Não especificado
Comunicação – USB
Observações –

Especificações – É um sistema de Raio-x digital portátil de alta resolução que combina placas de filmes flexíveis de alta sensibilidade, um leitor de placa de imagem robusto alimentado por bateria e um laptop ou inspeção detalhada de Raio-x de nível forense em um espectro completo de aplicações. Este equipamento permite a inspeção não invasiva de objetos e é particularmente importante para descobrir informações técnicas sobre objetos 2D e 3D, incluindo: Composições de materiais, alterações prévias e técnicas de execução de pinturas de esculturas, têxteis etc., identificar falsificações e revelar a estrutura interna de artefatos e restos arqueológicos. O equipamento permite imagens de alta resolução com dez vezes menos tempos de aquisição. É totalmente portátil e operado por bateria (4 horas de potência). Possui tamanhos da placa até 35x130 cm com resolução de 5lp/mm. Permite digitalizar com software de processamento de imagem e imagem, incluindo Zoom, Imagem inversa, b/w, pseudo coloração, pseudo 3D, aprimoramento de contraste, imagem limpa, rotação, distância, medida e gradientes. Permite configurar sistema, colocar, ire, digitalizar e apagar placas de Raio-x em <2 min. O filme flexível fino permite acesso em áreas confinadas. Foi projetado para ser usado em ambientes difíceis.

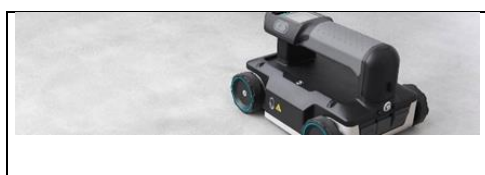
8.44. MINICÂMERA IP WI-FI



Classe – A
Marca / Fornecedor – Americanas.com
Modelo – Mini Espiã
Agente de deterioração – Não se aplica
Uso – Vistoria ou monitoramento
Range – Perspectiva: 150 graus
Memória – Cartão micro SD até 64Gb
Comunicação – WiFi / USB
Observações –

Especificações – Minicâmera Full Hd 1080p com visão noturna, com Dvr (gravador de vídeo e áudio), sem fio, Ip WiFi e com Sensor de movimento. Grava vídeo no formato de compressão h. 264. Possui 6 lâmpadas infravermelhas para gravação noturna. Possui multifunção via App: exposição, rotação de imagem, alarme da detecção de movimento. Tem microfone integrado. A câmera permanece ligada enquanto estiver conectada no carregador, podendo assim ser utilizada como câmera de segurança. Possui resoluções de: 1080/ 720/ 640P / 320P. Formato de vídeo: Avi. Perspectiva: 150 graus. Visão a distância de detecção: linha reta 6 metros. Tempo gravação de vídeo: cerca de uma hora.

8.45. RADAR PORTÁTIL DE PENETRAÇÃO NO SOLO



Classe – D
Marca / Fornecedor – Proceq
Modelo – GP8000
Agente de deterioração – Não se aplica
Uso – Vistoria ou monitoramento
Range – Não informado
Memória – Até 1 TB
Comunicação – WiFi / USB
Observações –

Especificações – Inspeção de estruturas de concreto com radar de banda ultra larga real e software de imagens. Permite olhar profundamente e com clareza dentro do concreto, detecta objetos sem fazer esforço e de forma confiável, e colabore estando em qualquer lugar a qualquer hora analisando estruturas de concreto, verificação conforme construção e investigação estrutural, mesmo nas situações mais adversas. As sondas GPR resistentes fornecem resolução e profundidade de penetração sem igual, simultaneamente. Junto com o aplicativo para iPad, o GPR Live da Proceq proporciona fluxo de trabalho de inspeção avançado in-situ, incluindo visualização 3D e AR, colaboração e relatórios.

8.46. SCANNER PARA PAREDES



Classe – B
Marca / Fornecedor – Bosch
Modelo – D-TECT 150
Agente de deterioração – Não se aplica
Uso – Vistoria ou monitoramento
Range – Até 150 mm
Memória – Não especificado
Comunicação – Não se aplica
Observações –

Especificações – Detecção de canos com ou sem água: reconhece tubulações cheias ou vazias em vários tipos de construção, evitando as perfurações indesejadas. Calibração automática: dispensa totalmente o ajuste do aparelho pelo usuário antes do uso. Possui sete modos de detecção: ajustam o aparelho para as configurações mais práticas em cada situação de uso. Maior profundidade de detecção: sensores mais potentes alcançam até 15cm dentro da superfície. Indicação de centro do material: guia o usuário dando zoom no objeto encontrado conforme se passa o detector pela superfície. Objetos detectáveis: metais magnéticos (p. ex. ferro), metais não magnéticos (p. ex. cobre), condutores elétricos, condutores não energizados, Tubos de plástico vazios, subestruturas em madeira, tubos de plástico cheios de água. Profundidade de detecção, metal magnético, máx. - 150 mm. Profundidade de detecção, metal não magnético, máx. - 150 mm. Profundidade de detecção dos cabos energizados, máx. - 60 mm. Profundidade de detecção, subestruturas de madeira, máx. -40 mm. Precisão ± 5 mm (mais divergência dependente do uso). Tipos de parede: Universal, Concreto, Azulejo perfurado na horizontal, Gesso cartonado, Aquecimento de painel.

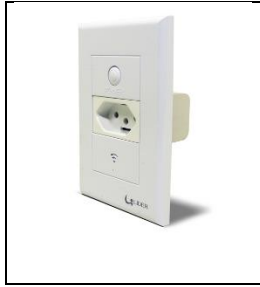
8.47. TOMADA INTELIGENTE DE SOBREPOR WIFI



Classe – A
Marca / Fornecedor – Ekaza
Modelo – Tomada Inteligente 16A
Agente de deterioração – Não se aplica
Uso – Acionamento remoto, automação e monitoramento.
Range – 100 ~ 240Vca, 50/60Hz / 1800W
Memória – Não se aplica
Comunicação – WiFi
Observações –

Especificações – Permite o acionamento remoto e a automação de quaisquer equipamentos elétricos e eletrônicos até a potência de 1800W. Através da automação é possível estabelecer que a tomada ligue ou desligue em função de sensores de temperatura e umidade, sensores de movimento, sensores de abertura de porta e janelas, ou em função de coordenadas de GPS, além de ser possível depender de outras tomadas estarem ligadas ou desligadas. É aplicável a automação em função de grandezas elétricas como, corrente, tensão e potência. A tomada é controlada através de aplicativo específico via celulares ou tablets pela internet. O aplicativo permite o monitoramento das grandezas elétricas e o acionamento remoto, onde é possível em tempo real saber se a tomada está ligada ou desligada. Os comandos de acionamento podem ser também via voz. Existe a possibilidade de se fazer uma programação horária para o funcionamento da tomada. Essa tomada pode ser instalada sobre a tomada convencional existente onde se deseje automatizar inteligentemente o local.

8.48. TOMADA INTELIGENTE DE EMBUTIR WIFI



Classe – A
Marca / Fornecedor – Líder
Modelo – TOM001
Agente de deterioração – Não se aplica
Uso – Acionamento remoto, automação e monitoramento.
Range – 100 ~ 240Vca, 50/60Hz / 600W
Memória – Não se aplica
Comunicação – WiFi / USB
Observações –

Especificações – A tomada Wi-Fi Líder possui um comando mecânico, via botão e via aplicativo nos Smartphones Android e iOS para ligar e desligar aparelhos de qualquer lugar do mundo. Permite também agendamento ou temporização dos acionamentos via aplicativo. As funcionalidades e possibilidades de automação são idênticas as informadas para a tomada inteligente de sobrepor descrita no item anterior.

8.49. INTERRUPTOR INTELIGENTE DE EMBUTIR WIFI



Classe – A
Marca / Fornecedor – Multilaser
Modelo – SE235
Agente de deterioração – Não se aplica
Uso – Acionamento remoto para iluminação, automação e monitoramento.
Range – 127 ~ 220Vca, 50/60Hz / 10A
Memória – Não se aplica
Comunicação – WiFi
Observações –

Especificações – O Interruptor inteligente de uma Tecla Wi-Fi é o ideal para transformar a iluminação convencional em inteligente e conectada. Com instalação simples, em caixas de luz convencionais (4x2), ele oferece a possibilidade de controle remoto e agendamentos via aplicativo mesmo com uso de lâmpadas convencionais. Bivolt automático 110/220v, com corrente máxima de 10A. Função liga/desliga disponível no produto e no aplicativo. Temporizador e agendamento, é possível acender, apagar e controlar a intensidade de luz direto no aplicativo. Existe a possibilidade de agendamento e programação de cenários inteligentes, transformando completamente o ambiente iluminado e personalizado. Compatível com os sistemas Alexa e Google Assistant, é só parear e poderá controlar tudo com um simples comando de voz. Equipamento plug and play, fácil instalação e gerenciamento intuitivo. Sua conexão é via Wi-Fi e gerenciamento pelo aplicativo Multilaser LIV.

8.50. ACIONADOR INTELIGENTE WIFI



Classe – A
Marca / Fornecedor – Sonoff
Modelo – Dual R2
Agente de deterioração – Não se aplica
Uso – Acionamento remoto, automação e monitoramento
Range – 127 ~ 220Vca, 50/60Hz / 16A
Memória – Não se aplica
Comunicação – WiFi
Observações –

Especificações – O Sonoff Dual ITEAD é um comutador ou acionador inteligente sem fio Wi-Fi universal de 2 canais para que de forma inteligente se ligue / desligue remotamente e automaticamente dispositivos elétricos e eletrônicos pelo aplicativo do telefone. Ele pode conectar e controlar dois dispositivos ao mesmo tempo, o que significa que 1 Sonoff Dual é igual a 2 comutadores básicos Sonoff.

No APP e WeLink, você pode ativar / desativar independentemente cada um dos dois dispositivos conectados. Ele também suporta o tempo para ligar / desligar os aparelhos em um horário especificado e compartilhar com outras pessoas para que você possa controlar sua casa inteligente junto com sua família. É possível também controlar por voz os equipamentos pelo Amazon Alexa e pelo Google Home / Nest, além de desfrutar de uma automação inteligente. Com alguns desses acionadores inteligentes é possível transformar qualquer painel de comando em painel inteligente. Como exemplo pode-se pensar no painel de comando de um sistema de ar-condicionado central sendo totalmente automatizado inteligentemente via acionadores inteligentes. Nesse caso seria possível ligar / desligar e monitorar, via internet, o painel de comando.

Recursos:

Suporte a aplicativos: iOS grátis e para eWeLink para dispositivos móveis Android. Status da sincronização: status do dispositivo em tempo real fornecido ao aplicativo. ON / OFF remoto: Ligue / desligue dispositivos elétricos de qualquer lugar. Controle independente: controle independentemente 2 dispositivos no APP eWeLink. Tempo: Suporta 8 tarefas de contagem regressiva / simples / repetidas ativadas para ativar / desativar no horário especificado. Cena inteligente: Ativado / desativado pela temperatura, umidade ou outras condições ambientais. Suporte WiFi: Fácil instalação e operação, acesso Wi-Fi rápido. Controle de compartilhamento: controle tudo inteligente compartilhando com outros usuários. Fonte de alimentação: 100-240V AC; Corrente máxima: 16A (2 gangues), 10A (1 relé); Potência máxima: 3500W (2 relés), 2200W (1 relé); Umidade: 5% -90% RH, sem condensação; - Temperatura de Operação: 0°C a 40°C; Modo de transmissão: comunicação Wi-Fi; Padrão sem fio: 802.11 b / g / n; Mecanismo de segurança: WPA-PSK / WPA2-PSK; Material do compartimento: ABS / V0 retardador de fogo; Relés: 2; Tamanho do produto: 115 x 52 x 33mm; Peso do produto: 78g.

8.51. DISJUNTOR INTELIGENTE WI-FI



Classe – A

Marca / Fornecedor – ZSGG

Modelo – TOWSM1-100

Agente de deterioração – Não se aplica

Uso – Acionamento remoto, automação e monitoramento.

Range – 50Hz /60Hz, 230 /400V / 100A

Memória – Não se aplica

Comunicação – WiFi

Observações –

Especificações – Os disjuntores WIFI tornam todos os equipamentos inteligentes, desde que rede WiFi junto ao painel elétrico. Assim passa a existir a possibilidade de ligar ou desligar remotamente seus os circuitos elétricos de qualquer lugar a qualquer hora. Tem também o recurso de controle Remoto e de Voz. As configurações a seguir podem ser feitas remotamente: ligar / desligar / tempo / contagem regressiva, tudo feito via smartphone no smart life APP. O disjuntor inteligente é compatível com Alexa e Google home. Existe proteção múltipla contra sobrecarga. Os aparelhos conectados serão desconectados automaticamente quando a energia / corrente / voltagem atingir os valores limite que podem ser programados. O disjuntor inteligente é durável e prático: feito com material PC retardador de chamas, caixa isolada. Possui grande terminal para aperto eficiente do cabo elétrico. Adequado para controle remoto inteligente de instalações residenciais e comerciais. Ajuda a economizar luz com a verificação do estado em tempo real do aparelho elétrico (ligado ou desligado) pelo smartphone, evitando-se assim o esquecimento de desligar algum equipamento. Esse disjuntor pode funcionar em lógica de automação juntamente com outros sensores, para que funções específicas sejam executadas.

O disjuntor de religamento TOWSM1-100 WIFI é adequado para 50Hz /60Hz, 230 /400V; circuito de 100A que tem a função de religamento automático, proteção contra sobretensão e subtensão, proteção contra sobrecarga, proteção contra curto-circuito e proteção de isolamento. Suporta apenas 2.4G WiFi, não 5G WiFi.

9. Anexo 1

Sensibilidade baixa	Sensibilidade média	Alta sensibilidade	Sensibilidade muito alta
<p>Madeira, cola, linho, algodão, couro, papel trapo, papel pergaminho, tinta a óleo, têmpera de ovo, componentes de aquarela e gesso. Existem exemplos práticos de estes materiais que data de 1000 a 3000, anos enterrado em ambientes secos ou mantidos em compartimentos, em condições secas e a cerca de 20 ° C . Esses materiais nunca foram expostos a ácidos, por exemplo, poluição do ar da era da revolução industrial, e nunca foram molhados. A pele, os ossos e o marfim dos mamutes lanosos congelados resistiram, sem qualquer alteração visível, a um período de mais de 40 milênios.</p>	<p>Melhor estimativa corrente para materiais fotográficos estáveis, o período durante o qual eles mantêm a sua capacidade de imagens com pouca ou nenhuma alteração, por exemplo, negativos de vidro preto e branco do XIX ° século e negativos preto e filme de poliéster branco do XX ° século.</p>	<p>O papel ácido e alguns filmes tornam-se quebradiços e marrons e são difíceis de ler; por exemplo, papel de jornal e livros e papéis inferiores produzidos após 1850 . Os filmes de acetato se contraem e as camadas pictóricas se rompem. A celulóide e muitos outros plásticos velhos ficam amarelos, racham e deformam. Os materiais que se tornaram ácidos devido à poluição (têxteis e couro) são mais frágeis e podem se desintegrar.</p>	<p>Materiais qualificados como "instáveis" . A leitura de mídias magnéticas comuns (fitas de vídeo e áudio, fitas de dados, disquetes) começa a ser impossível. Os materiais fotográficos menos estáveis se degradam, por exemplo, as impressões coloridas desbotam (no escuro), os objetos processados incorretamente ficam amarelos e se esfaleam; o nitrato de celulose amarelece e se decompõe mais rapidamente quando embalado em grandes quantidades. Muitos polímeros elásticos, de espumas de borracha a poliuretano, tornam-se frágeis, pegajosos ou se desfazem. Algumas tintas acrílicas aplicadas em diferentes tipos de tela ficam amarelas rapidamente.</p>

Figura 150 - Sensibilidade química de alguns materiais à temperatura ambiente.

FONTE: Canadian Conservation Institute (2017).

Temperatura	Sensibilidade baixa	Sensibilidade média	Alta sensibilidade	Sensibilidade muito alta
Tratamento térmico, exposição ao sol ~ 60 ° C	~ 4 e +	~ 1	~ 6 meses	2 meses
Sala muito quente ~ 30 ° C	~ 250 anos e +	~ 75 anos	~ 25 anos	~ 7 anos
Sala quente ~ 25 ° C	~ 500 anos e +	~ 150 anos	~ 50 anos	~ 15 anos
Sala com temperatura	Millennium ~ 1000 anos e +	Alguns séculos ~ 300 anos	Uma vida humana ~ 100 anos	Uma geração ~ 30 anos
Armazenamento, ambiente frio ~ 10 ° C	~ 5000 anos e +	~ 1500 anos	~ 500 anos	~ 150 anos
Armazenamento, ambiente frio ~ 0 ° C	20.000 anos e mais	~ 6.000 anos	~ 2000 anos	~ 600 anos

Figura 151 - Valores aproximados da vida útil de materiais em várias temperaturas.

FONTE: Canadian Conservation Institute (2017).

Faixa de temperatura	Temperatura (° C)	Efeito físico e materiais sensíveis	Exemplos de objetos
Temperaturas muito altas	Acima de 60 ° C	"Temperatura de distorção de calor" de muitos plásticos comuns (PET , acrílico, HDPE , ABS , náilon na faixa de 65-90 ° C)	Objetos de plástico, cassetes de plástico contendo mídia eletrônica e mídia óptica sofrem deformação rápida e irreversível nessas temperaturas.
	Acima de 60 ° C	O alívio do estresse inerente, no caso do PET biaxialmente orientado, que geralmente ocorre ao longo dos séculos, pode ocorrer em dias ou mesmo horas.	Os componentes básicos da mídia magnética, como fitas de vídeo ou áudio ou fitas de dados e disquetes, sofrem deformação irreversível. A reprodução de discos pode se tornar impossível.
	Acima de 45 ° C	Ceras fundir ou amolecer, por exemplo, cera de parafina, 47-65 ° C , cera de abelha, 60 ° C , cera de carnaúba, 80 ° C .	Tintas: tintas a óleo revestidas com cera ou resina podem se mover ou descascar da colagem. A encáustica amolece. Selos de cera, velas e sabonetes amolecem e sofrem deformações irreversíveis.
	Acima de 30 ° C	Misturas à base de componentes cerosos sofrem deformação, separam-se e formam uma eflorescência. O chocolate derrete (34 ° C). Várias colas PVA amolecem muito e tornam-se menos resistentes.	Certos alimentos e cosméticos entortam, as misturas formam uma eflorescência e se separam. Conjuntos de papel, madeira, cerâmica que foram reparados com "cola branca" podem se desfazer, especialmente se a umidade relativa for alta.
Temperaturas muito baixas	Abaixo de 10 ° C	A transição dos aços carbono do estado de uma liga dúctil para o de uma liga quebradiça varia muito, dependendo do seu teor de carbono. (Ligas de alumínio e ligas de cobre não apresentam esta transição.)	Os casos mais famosos são os de navios militares da Segunda Guerra Mundial que inesperadamente sofreram graves rachaduras ao viajar nas águas frias do Atlântico Norte. Assumindo que os objetos não estão sujeitos a nenhuma carga externa, este caso não é um problema em museus. A operação ou carregamento de máquinas de coleções de objetos industriais envolve mais riscos no inverno do que no verão.
	Abaixo de 5 ° C	As tintas acrílicas de artista, que são duras e resistentes como couro em temperatura ambiente, passam por uma transição de vidro.	As tintas acrílicas são mais vulneráveis a pancadas e rachaduras nessas temperaturas do que na temperatura ambiente.
	Abaixo de -30 ° C	As pinturas a óleo do artista passam por uma transição vítrea.	As tintas a óleo são muito mais vulneráveis a choques e pancadas nessas temperaturas do que na temperatura ambiente.
	Abaixo de -40 ° C	Transição das pinturas a óleo do artista, do estado de um material dúctil para o de um material quebradiço. Muitos outros polímeros comuns, que são consistência de borracha e têm a resistência do couro à temperatura ambiente, tornar-se vítreo, quebradiço ou mesmo antes de atingir -40 ° C . A contração vivenciada torna-se significativa e, conseqüentemente, qualquer restrição de movimento pode causar uma ruptura.	As tintas acrílicas são extremamente vulneráveis a choques e pancadas nessas temperaturas. Da mesma forma, a maioria das borrachas e plásticos elásticos ou duros e resistentes como o couro, em temperatura ambiente, serão muito vulneráveis a essas temperaturas. Alguns componentes de plástico podem quebrar se seu movimento for restrito, por exemplo, mostradores presos a peças de madeira ou metal.

Figura 152 - Danos físicos causados ou agravados por temperaturas muito altas ou muito baixas.

FONTE: Canadian Conservation Institute (2017).

Tabela 1 - Efeito dos poluentes nos objetos.

FONTE: <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/agents-deterioration/polluants.html>

Poluentes	Natureza	Efeitos
Poluentes transportados pelo ar	Fontes atmosféricas: ozônio, sulfeto de hidrogênio, sulfeto de carbonila, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e partículas (por exemplo, fuligem, sais). Produtos, objetos e pessoas que liberam poluentes: gases à base de enxofre, ácidos orgânicos (por exemplo, ácidos carboxílicos), partículas (por exemplo, poeira, caspa).	Acidificação de papéis, corrosão de metais, alteração de corantes, eflorescência de objetos à base de cálcio em um ambiente úmido (por exemplo, conchas), redução da resistência de têxteis. Poeira: alteração de objetos; atrativos de pragas de insetos; arranha superfícies macias por fricção.
Poluentes transferidos por contato	Plastificante de PVC flexível (cloreto de polivinila), compostos de enxofre de borracha natural, substâncias de coloração de produtos de madeira (especialmente nós), compostos viscosos de espumas de poliuretano antigas, cliques de papel fixados em papel, adesivos em objetos com substâncias oleosas de couro previamente expostas, ácidos de certos minerais, ácidos graxos de pessoas ou objetos gordurosos, como pele e couro. Impregnação de sais durante o enterro ou imersão na água do mar. Impregnação de resíduos de agentes de limpeza. Impregnação de sal a partir de bases ou pisos de tijolo ou pedra.	Corrosão ou descoloração da superfície do objeto em contato com material nocivo de produtos ou objetos.

Poluentes	Natureza	Efeitos
Poluentes intrínsecos	Artigos compostos com compostos prejudiciais a outros elementos do artigo, por exemplo, tinta de alúmen ou de galha de ferro em papéis; Fita adesiva “original” em papéis; produtos de corrosão do cobre em contato com couro (especialmente objetos de couro curtido contendo pedaços de cobre); artigos compósitos feitos de metais e compostos à base de enxofre. Poluentes secundários, como ácido acético e compostos de óxido de nitrogênio, da hidrólise do acetato de celulose e do nitrato de celulose, respectivamente.	Deterioração de objetos: acidificação, descoloração de objetos ou formação de manchas em objetos. O poluente secundário pode acelerar os processos de degradação atribuíveis ao oxigênio, vapor de água ou outros poluentes.

Tabela 2 - Diretrizes sobre as concentrações de poluentes transportados pelo ar (após Tétrault, 2003).

FONTE: <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/agents-deterioration/polluants.html>

Principais poluentes transportados pelo ar	Concentrações médias máximas para os objetivos de preservação indicados [$\mu\text{g m}^{-3}$ (ppb)]			Faixa de concentração média de referência [$\mu\text{g m}^{-3}$]	
	1 ano	10 anos	100 anos	Baixa troposfera não poluída	Urbano
Ácido acético	1000 (400)	100	100	0,3-5	0,5–20
Sulfato de hidrogênio	1 (0,71)	0,1	0,01	0,01-1	0,02-1
Dióxido de nitrogênio	10 (5,2)	1	0,1	0,2–20	3-200

Principais poluentes transportados pelo ar	Concentrações médias máximas para os objetivos de preservação indicados [$\mu\text{g m}^{-3}$ (ppb)]			Faixa de concentração média de referência [$\mu\text{g m}^{-3}$]	
	1 ano	10 anos	100 anos	Baixa troposfera não poluída	Urbano
Ozônio	10 (5,0)	1	0,1	2–200	20–300
Dióxido de enxofre	10 (3,8)	1	0,1	0,1-30	6–100
Partículas finas (PM _{2,5})	10	1	0,1	1-30	1-100
Vapor d'água	Manter RH menos de 60%			N / D	