

Beatriz Maria Fonseca Silva

**ANÁLISE AMBIENTAL COMO FERRAMENTA
PARA CONSERVAÇÃO DE ACERVOS**

Estudo de caso do Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa



Belo Horizonte
Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Arquitetura
2016

Beatriz Maria Fonseca Silva

**ANÁLISE AMBIENTAL COMO FERRAMENTA
PARA CONSERVAÇÃO DE ACERVOS**

Estudo de caso do Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável

Área de concentração: Bens Culturais, Tecnologia e Território.

Linha de pesquisa: Conservação de Bens Culturais

Tema para orientação: Condições ambientais para conservação de acervos

Orientador: Professora Dra. Eleonora Sad de Assis

Belo Horizonte

Escola de Arquitetura da UFMG

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

S587

Silva, Beatriz Maria Fonseca.

Análise ambiental como ferramenta para conservação de acervos [manuscrito] : estudo de caso do Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa / Beatriz Maria Fonseca Silva. - 2016.

198f. : il.

Orientador: Eleonora Sad de Assis.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Conservação preventiva - Teses. 2. Análise ambiental - Teses. 3. Monitoramento ambiental - Teses. 4. Museus arqueológicos e coleções - Teses. 5. Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa - Museus - Teses. 6. Lagoa Santa (MG). I. Assis, Eleonora Sad de . II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 025.8

Ficha catalográfica: Biblioteca Raffaello Berti, Escola de Arquitetura/UFMG

Beatriz Maria Fonseca Silva

"Análise ambiental como ferramenta para conservação de acervos. Estudo de caso do Museu Arqueológico da região de Lagoa Santa."

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais

Comissão Examinadora:



Profa. Dra. Alessandra Rosado (EBA/UFMG)



Profa. Dra. Eleonora Sad de Assis (EA/UFMG - orientadora)



Profa. Dra. Márcia Maria Arcuri Suner (UFOP)

Belo Horizonte, 11 de julho de 2016.

Aos meus pais, Zoca e Odília (*in memoriam*),
sempre presentes no coração,
com os quais aprendi
na simplicidade e exemplo de vida,
a importância de cuidar das coisas.

Agradecimentos

À Deus pela graça da vida.

À professora Eleonora Sad de Assis pela precisa orientação.

À Érica Bányai pela disponibilidade e gentileza em manter sempre abertas as portas do
Castelinho.

Às professoras Alessandra Rosado e Márcia Arcury pelos preciosos aportes no exame de
qualificação.

Aos demais professores e funcionários do MACPS.

Aos professores Willi Gonçalves de Barros e Yacy Ara Froner pelo apoio e contribuições
na pesquisa.

Ao professor Wellington Lopes de Assis pelo empréstimo dos abrigos para os
instrumentos de medição.

Aos profissionais do 5º Distrito de Meteorologia (5º DISME/INMET) pela aferição dos
instrumentos.

Aos amigos do mestrado, em especial à Natália Marra pela generosidade e disponibilidade
em dividir conhecimentos.

À amiga Dolores Belico.

À minha grande e amada família, filhos, sobrinhos, irmãos e cunhados.

À Capes pela ajuda financeira.

*A vida não é a que a gente viveu,
e sim a que a gente recorda,
e como recorda para contá-la.*

Gabriel Garcia Marques, 2012.

Resumo

Inserido no campo da Conservação Preventiva de Bens Culturais, este trabalho investiga as condições ambientais adequadas à exposição de objetos. Utiliza o monitoramento de temperatura e umidade relativa e a análises das camadas adjacentes ao objeto – o macro ambiente, o edifício, a sala expositiva e a vitrine – , como ferramentas diagnósticas. Destaca a relevância de estudos pós monitoramento, através de tabelas, interpretação gráfica, e a correlação destes resultados com as características construtivas e geográficas do local investigado. Confronta a vulnerabilidade dos objetos expostos frente aos riscos ambientais encontrados.

O estudo de caso apresentado é o *Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa*, situado no *Parque Estadual do Sumidouro*, uma unidade de conservação federal da categoria de uso sustentável de recursos naturais a *APA Carste de Lagoa Santa*, em Minas Gerais, Brasil. A região é cenário de grandes pesquisas arqueológicas desde 1835, quando o naturalista dinamarquês *Peter Lund* explorou as redondezas. O Museu é um marco cultural na região e possui forte vínculo com comunidade local.

A pesquisa avalia os parâmetros internacionais indicados nas bases teóricas como adequados à conservação de coleções, correlacionando-os com as peculiaridades do local estudado, enfatizando a necessidade estudos aplicados ao contexto geográfico brasileiro.

O resultado das investigações evidenciam, principalmente, os riscos referentes à vulnerabilidade do edifício e do acervo frente a influencia da umidade relativa e temperatura, presentes no clima local. Pode-se considerar que a manutenção adequada, tanto da edificação quanto dos objetos, e o acondicionamento apropriado são essenciais à conservação do acervo do MARLS.

Palavras-chaves: Bem cultural, preservação, museus, diagnóstico ambiental, monitoramento.

Abstract

This paper investigates the appropriate environmental conditions to objects exhibition. It's inserted in the context of Preventive Conservation of Cultural Heritage and explores the temperature and humidity monitoring as a diagnostic tool, showing the importance of surrounding layers analysis around the object: the macro environment, the building, the exhibition room, the display and the support. It also emphasizes the importance of post studies measurements, through tables, graphical interpretation and correlation of these with constructive and geographical features of the investigated site.

The case study is the *Archaeological Museum of Lagoa Santa*, located in the *State of Sumidouro Park*, a federal conservation unit belonging to sustainable use of natural resources category of the *APA Lagoa Santa Karst*, in Minas Gerais, Brazil. This region is scene of major archaeological researches since 1835, when the danish naturalist *Peter Lund* explored the location. The Museum is a cultural landmark in the region and has a closely related with the local community.

This survey assesses the international parameters indicated in the theoretical bases as suitable for collections conservation, correlating it with the peculiarities of the studied site, emphasizing the need for research in the brazilian context .

The results of the investigations show mainly the vulnerability of the building and the collection front the influence of humidity and temperature, presents in the local climate. It can be considered that the proper maintenance of both the building as objects, and suitable packaging are essential to the conservation of MARLS's collections.

Keywords: Cultural Heritage, preservation, museum, environmental diagnosis, monitoring.

Lista de Figuras

Figura 1 - Modelo de vitrine hermética.....	26
Figura 2 - Camadas ao redor do acervo.....	30
Figura 3 - Sete Povos das Missões.....	47
Figura 4 - Cine Vila Rica antes da restauração.....	49
Figura 5 - Cine Vila Rica após a restauração.....	49
Figura 6: Relação entre a Arqueologia a Museologia e a Conservação de Bens Culturais.....	56
Figura 7 - Representação da interação ambiente externo x interno.....	60
Figura 8 - Esquema de ventilação forçada na FCRB.....	62
Figura 9 - Esquema de desumidificação na FCRB.....	62
Figura 10 Trajetória do sol diferenciando as estações do ano.....	69
Figura 11 - Espectro solar.....	70
Figura 12 - Esquema das trajetórias solares e áreas de insolação e sombreamento.....	72
Figura 13 - Trocas térmicas entre a construção, homem e o entorno.....	73
Figura 14 - Variação de temperatura das superfícies em função do acabamento.....	75
Figura 15 - Principais fontes de umidade que podem atingir os edifícios.....	79
Figura 16 - Conforto Humano x Conservação.....	80
Figura 17 - Carta psicrométrica e zonas de tolerância para objetos e pessoas.....	81
Figura 18 - Diagrama de Isopermas.....	82
Figura 19- Diagrama de Isopermas.....	83
Figura 20 - Efeito da localização das aberturas em parede opostas.....	86
Figura 21 - Efeito da localização das aberturas numa localização térrea.....	86
Figura 22 - Ventilação cruzada com aberturas opostas e influência do posicionamento das aberturas no escoamento.....	87
Figura 23 - Influência do tipo de abertura no direcionamento e separação dos fluxos de ar.....	87
Figura 24 - Efeito do perfil da encosta no padrão do vento.....	88
Figura 25 - Os vales podem propiciar a formação de bolsões de ar.....	88
Figura 26 - Fluxovento:diálogo principal do sistema.....	90
Figura 27 - Museu Casa da Hera.....	93
Figura 28 - Roteiro para a análise ambiental.....	101
Figura 29 - Mapa com localização do Parque Estadual do Sumidouro no contexto regional.....	103
Figura 30 - Planalto de Dolinas.....	105
Figura 31 - Vista panorâmica do polié e do maciço Sumidouro.....	105
Figura 32 - Lagoa do Sumidouro.....	105
Figura 33 - Localização do MARLS.....	107
Figura 34 - Região de Lagoa Santa: Sítios arqueológicos pré-coloniais georeferenciados e cavernas registradas.....	108

Figura 35 - Pintura de Brandt para artigo de Lund sobre o Sumidouro.....	109
Figura 36 - Fóssil Luzia	110
Figura 37 - Detalhe exposição CAALE.	111
Figura 38 - O MARLS	112
Figura 39 - Visitas a grutas.....	113
Figura 40 - Estudante no MARLS.....	113
Figura 41 - Eventos no Museu.....	114
Figura 42 - Museu Peter Lund.....	115
Figura 43- Praça ao redor da gruta.	115
Figura 44 - Imagens aéreas do PESU, tomadas na visita técnica dos cursos de Geografia e Turismo da UFMG.....	116
Figura 45 - Localização das barraquinhas ao lado do MARLS.	117
Figura 46 - Entrada atual, após retirada do portão.	118
Figura 47 - Mapa da Rota das Grutas Peter Lund.....	119
Figura 48 - Imagens da construção do MARLS.	121
Figura 49 - Imagens da construção do MARLS.	122
Figura 50 - Imagens da construção do MARLS.	122
Figura 51 - MARLS.....	123
Figura 52 - O MARLS	123
Figura 53 - Detalhamento original do MARLS.	125
Figura 54 - Planta MARLS.....	126
Figura 55 - Fase inicial do Museu	128
Figura 56 - Fase atual do Museu - Sala 4.....	129
Figura 57 - Ilustração idealizada de um Gabinete de Curiosidades.....	129
Figura 58 - O acervo	130
Figura 59 - Recursos expográficos.....	130
Figura 60 - Sistema de recuperação da informação.....	131
Figura 61 - Acervo fóssil a) Marcas de unhas de animais b) Fósseis de peixe.....	133
Figura 62 - Vitrine Urna funerária	133
Figura 63 - Exposição MAE-USP.	134
Figura 64 - Museu Arqueológico de Xingó (MAX).	135
Figura 65 - Sala dos Esqueletos.....	135
Figura 66 - Exposição de pássaros taxidermizados.....	136
Figura 67 - Aferição dos datalogges HOBO no 5ºDISME/INMET.....	138
Figura 68 - Os HOBOS no interior do edifício.	142
Figura 69 - Curiosidade de um grupo de estudantes observando o equipamento HOBO.	142
Figura 70 - Abrigo com HOBO externo.	143
Figura 71 - Modelo do abrigo para HOBO externo.....	144

Figura 72 - Roteiro das avaliações dos dados monitorados.....	145
Figura 73 - Planta esquemática.....	156
Figura 74 - Deterioração por umidades: manchas e sinais de fungos.....	157
Figura 75 - Raízes próximas ao edifício.....	157
Figura 76 - Sinais de infiltração e mofos provenientes da cobertura.....	158
Figura 77 - Esquadrias do edifício.....	159
Figura 78 - Avaliação da ventilação através do programa Fuxovento e indicação do relevo e vegetação local.....	160
Figura 79 - Ventilador ao fundo da sala.....	160
Figura 80 - Simulação 1.....	161
Figura 81 - Simulação 3.....	162
Figura 82 - Simulação 3.....	162
Figura 83 - Simulação 4.....	163
Figura 84 - Simulação insolação inverno.....	163
Figura 85 - Simulação insolação Inverno.....	164
Figura 86 - Simulação insolação inverno.....	164
Figura 87 - Simulação de insolação equinócio.....	164
Figura 88 - Simulação insolação equinócio.....	165
Figura 89 - Simulação insolação equinócio.....	165
Figura 90 - Simulação insolação verão.....	165
Figura 91 - Simulação insolação verão.....	165
Figura 92 - Simulação insolação verão.....	166
Figura 93 -Esquadrias da fachada Oeste.....	166
Figura 94 - Esquadrias da fachada Norte.....	167
Figura 95 - Vitrines fixadas nas paredes.....	168
Figura 96 - Suportes e Vitrines.....	168

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Desvantagens da aplicação de peles-verdes citadas pelos moradores das edificações com pele-verde em Porto Alegre em 2008.....	92
Gráfico 2 - Porcentagens dos materiais arqueológicos das salas expositivas.....	132
Gráfico 3 - Gráfico de dispersão entre os dados de T HOBO 048 X Instrumento do 5º DISME/INMET.....	138
Gráfico 4 - Gráfico de dispersão entre os dados de UR HOBO 048 X Instrumento do 5º DISME/INMET.....	139
Gráfico 5 - Gráfico de dispersão entre os dados de T HOBO 042 X Instrumento do 5º DISME/INMET.....	139
Gráfico 6 - Gráfico de dispersão entre os dados de UR HOBO 042 X Instrumentos 5º DISME/INMET.....	140

Gráfico 7 - Gráfico de dispersão entre os dados de T HOBO 043 X Instrumento 5° DISME/INMET Temperatura HOBO 043 x INMET	140
Gráfico 8 - Gráfico de dispersão entre os dados de UR HOBO 043 X Instrumento 5° DISME/INMET	141
Gráfico 9 - Médias horárias internas de UR em relação à faixa segura considerada.	150
Gráfico 10 - Médias horárias interna de T em relação à faixa segura considerada.	150
Gráfico 11 - Diagrama de dispersão de T e UR (medição horárias no período de 09/5 /15 a 30/1/16).	151
Gráfico 12 - Carta psicrométrica com indicações de zonas de conforto humano e conservação de objetos arqueológicos.	152
Gráfico 13 Medições internas mensais, horárias de UR % - Diurnas e Noturnas.....	154
Gráfico 14 - Medições internas mensais, horárias de T°C- Diurnas e Noturnas.....	155

Lista de Quadros

Quadro 1- Padrões de temperatura e umidade relativa para coleções	32
Quadro 2 - Roteiro Diagnóstico Ambiental.....	37
Quadro 3: Modelos conceituais do processo de preservação.....	51
Quadro 4 - Parâmetros de T e UR para exposição e armazenagem de artefatos arqueológicos.....	57
Quadro 5 - Principais patologia das construções	66
Quadro 6 - características dos materiais construtivos do MARLS.....	76
Quadro 7 - Umidade relativa critica para germinação de fungos.	84
Quadro 8 - Problemas relativos à vegetação próxima a edificações.....	94
Quadro 9 - Metodologia para acondicionamento de sílica gel.....	99
Quadro 10 - MARLS: Número de visitantes por ano	120
Quadro 11 - Relação dos materiais construtivos do MARLS.....	127
Quadro 12 - Análise quantitativa de materiais das salas expositivas	132
Quadro 13 - Medições internas diurnas x noturnas - médias mensais	154

Lista de siglas e abreviaturas

AIC = <i>American Institute for Coservation of Historic & Artistic Works</i>
AMAR = Associação dos Amigos do Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa
ASHRAE = <i>American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers</i>
CCI = <i>Canadian Conservation Institute</i>
CECOR = Centro de Conservação Restauração de Bens Culturais Móveis
CECRE = Curso de Conservação de Monumentos e Sítios Históricos
CGI = <i>Getty Conservation Institute</i>

CNRC = Centro Nacional de Referência Cultural (CNRC)
CPBA = Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos
FCRB = Casa de Rui Barbosa
ICOM = *International Council of Museum*
ICOMOS = *International Council on Monuments and Sites*
ICR = *Istituto Centrale de il Restauro*
ICCROM = *International Centre for the Study of the Preservation and Restauration of Cultural Property*
IEF = Instituto Estadual de Florestas
IEPHA = Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais
IIC = *International Institut for Conservation*
IPHAN = Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IPI = *Image Permanence Institute*
IRPA = *Institut Royal do Patrimoine Artistique*
LACICOR = Laboratório de Ciências da Conservação
MACPS = Mestrado Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável
MAE - USP Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo
MARLS = Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa
MAST = Museu de Astronomia e Ciências Afins
MAX = Museu Arqueológico do Xingó
MCH = Museu Casa da Hera
MCRB = Museu Casa de Rui Barbosa
MHNJB = Museu de História Natural e Jardim Botânico
NBR = Norma Brasileira
PESU = Parque Estadual do Sumidouro
PCH = Programa Integrado de Cidades Históricas
PPP = Parceria público privada
SPHAN = Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
T = temperatura
UFBA = Universidade Federal da Bahia
UFMG = Universidade Federal de Minas Gerais
UNESCO = Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UR = umidade relativa
USP = Universidade de São Paulo

Sumário

INTRODUÇÃO	16
Objetivo geral.....	22
Objetivos Específicos	22
Justificativa da escolha do tema.....	22
Estrutura do trabalho.....	24
CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTOS TEÓRICOS ...	25
1.1 A Conservação Preventiva e o Gerenciamento Ambiental	25
1.2 A atuação brasileira no campo da Conservação de Bens Culturais	34
1.3 A Conservação arquitetônica.....	39
1.4 Patrimônio arqueológico: musealização e conservação.....	53
1.6 O edifício, o clima e a preservação de acervos	58
1.7 Patologias de edifícios	64
1.8 A radiação solar	68
1.8.1 O espectro solar.....	69
1.8.3 Trocas térmicas entre os meios externo e interno das edificações	72
1.8.4 A influencia do entorno.....	74
1.9 Indicadores de desempenho térmico das envoltórias das edificações segundo a NBR 15220.....	75
1.10 O equilíbrio necessário: temperatura x umidade relativa	77
1.11 A ventilação	85
1.12 A Vegetação.....	90
1.13 O monitoramento de Temperatura e Umidade Relativa como ferramenta para a Conservação Preventiva.....	94
1.14 Mobiliário para exposição e conservação	96
CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA	101
2.1 A Macro região: O Parque Estadual do Sumidouro	101

2.2 O Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa.....	106
2.2.1 O MARLS na gestão do Parque Estadual do Sumidouro	114
2.2.2 Levantamento de dados sobre a instituição.....	120
2.2.3 A expografia e o acervo do MARLS	128
2.3 O monitoramento	136
2.3.1 Aferição dos Hobos	136
2.3.2 Instalação dos HOBOS no MARLS.....	141
2.3.3 Análise do dados monitorados	144
CAPÍTULO 3 RESULTADOS	146
3.1 Medições de temperatura e umidade relativa.....	146
3.2 O entorno.....	155
3.3 O edifício.....	157
3.3 A ventilação	158
3.3 A ventilação	159
3.4 A insolação.....	163
3.6 O acervo: estado de conservação e acondicionamento.....	167
CONSIDERAÇÕES.....	169
REFERÊNCIAS	175
ANEXO 1.....	187
APÊNDICE 1.....	189

INTRODUÇÃO

O presente trabalho investiga as condições ambientais adequadas à exposição de coleções. Está inserido no âmbito da Conservação Preventiva de bens culturais – campo científico que engloba um conjunto de procedimentos que visam a manutenção da integridade física e da significação cultural dos objetos – cujas ações abrangem investigações sobre a documentação, organização do acervo, estudo das características físicas dos objetos e condições de exposição. Este último item, delimitado como foco desta pesquisa, demanda estudos aprofundados no domínio do gerenciamento ambiental, apontando para uma perspectiva mundial onde a Conservação Preventiva é focalizada como sendo uma "visão mais progressiva da preservação nos museus" (BOURDEAU, 2008, p. 201).

A metodologia empregada foi o estudo de caso do *Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa* (MARLS), uma instituição particular que possui a guarda de importante acervo arqueológico e um estreito relacionamento com a comunidade local. Ao eleger o MARLS para esta pesquisa, admite-se que a exposição em condições apropriadas para a conservação do seu acervo, além de contribuir na valorização da sua coleção, está diretamente ligada à manutenção das referências culturais para os moradores da Lapinha e demais localidades próximas. Aplica-se assim o conceito de que os trabalhos de preservação do patrimônio cultural no cenário atual, passam pela compreensão dos valores, tangíveis e intangíveis, inseridos na categoria. Deve-se, portanto, considerar a relevância destes "bens" como referência cultural, bem como, respeitar a sustentabilidade dos procedimentos de conservação. (CASTRIOTA, 2009).

Entender o processo historiográfico que envolve o deslocamento do conceito de "patrimônio" cultural para "bem" cultural e da ampliação dos procedimentos de conservação, implica em voltar à época dos gabinetes de curiosidades europeus, nos séculos XVI e XVII, quando as primeiras coleções foram organizadas. A instituição dos museus está intimamente ligada ao colecionismo e ao caráter enciclopedista destes ambientes, que reuniam objetos exóticos provenientes do novo mundo. As coleções eram organizadas em dois segmentos, o *Naturalia* que incluía objetos do reino animal, vegetal e mineral, e o *Mirabilia*¹ com objetos produzidos pelo homem, antiguidades e peças exóticas. Possuir essas coleções significava poder e destaque social (MACHADO, 2010). No século XVIII o crescimento destas coleções gerou a necessidade de locais mais apropriados para exposição, e conseqüentemente, para o estudo e organização dos objetos.

¹ *Naturalia e Mirabilia* palavras de origem latina, significando respectivamente, Natural e Maravilhoso.

Constituindo um legado incrivelmente centralizado do entusiasmo pela classificação e pelo conhecimento enciclopédico do século XVIII, os museus foram espaços para a articulação do olhar dos naturalistas, transformando-se de gabinetes de curiosidades em instituições de produção e disseminação de conhecimentos, nos moldes que lhes exigiam as concepções científicas vigentes, alterando-se com elas em seus objetivos, programas de investigação, métodos de coleta, armazenamento e exposição de coleções. (LOPES, 1997, apud POSSAS, 2010, p. 158)².

Desta maneira nascem os primeiros museus etnográficos, cuja função era colecionar, exibir, preservar, estudar e interpretar o acervo. Foram fundados nesta época o *British Museum*, *Royal Society de Londres* e *London Society of Antiquaries*. No início de século XIX inaugura-se o *Museu Etnográfico de São Petersburgo* (1836), o *National Museum of Ethnology de Leiden* (1837) e o *Peabody Museum of Archeology* (1866). Neste período surgem também as coleções pertencentes à coletividade dentro das universidades, com a responsabilidade de gerir os acervos da nobreza europeia. Portanto, tem-se nos séculos XVIII e XIX, o desenvolvimento científico atrelado ao surgimento dos museus de História Natural (BRUNO, 1999).

Além do desenvolvimento das Ciências Naturais, a política cultural que prevaleceu na fase inicial das instituições museológicas, privilegiou também os museus históricos, promovendo a filosofia humanista, o espírito nacionalista, tendo a exposição dupla função: relembrar o passado e comprovar os fatos da história das nações (MACHADO, 2010). A fundação dos museus nacionais, iniciada em grande parte como consequência da Revolução Francesa, dispõe "o direito de entrar em um museu em um direito do cidadão, e, ao mesmo tempo, em necessidade para a identidade e para a reprodução da nova comunidade imaginária" (POULOT, 2013, p. 59).

Os museus brasileiros são fundados a partir do século XIX adotando o mesmo perfil das instituições europeias. Tal qual nos gabinetes de curiosidades as primeiras instituições exibiam representantes da fauna, flora, minerais e objetos indígenas. Estes objetos além de compor o acervo brasileiro, eram enviados à Portugal, que desde o século XVI reunia coleções de *naturalia* e *artificialia*, coletadas nas grandes navegações ao redor mundo. São desta época o *Museu Nacional* (1808), *Museu Paraense Emilio Goeldi* (1866) e *Museu Paulista* (1894). Somente a partir dos anos 20 do século XX, os museus históricos brasileiros são

² LOPES, Maria Margaret M. O Brasil descobre a pesquisa científica. São Paulo: Hucitec, 1997.

instituídos, distintamente dos de história natural, seguindo também a perspectiva tradicionalista e patriótica europeia (MACHADO, 2010).

O crescimento das instituições museológicas favoreceu o aparecimento de novos atores neste ambiente que até então era relativamente restrito: o público visitante e estudiosos do setor universitário. Fato que estabeleceu um clima de tensão, pois, "os homens de museu vivendo em contato com as obras, tendem a crer que só eles as conhecem realmente, sendo assim, a seus olhos, são mais ou menos vãs as exposições doutrinárias dos professores universitários" (BAZIN, 1989, p. 130). Porém, é com a inclusão de pesquisadores no setor museal que medidas técnicas em relação aos cuidados com o acervo são implementadas. O século XX consolidou mundialmente três novos paradigmas que regem os fundamentos da preservação de bens culturais:

1. a transformação do status do **objeto cultural e sua re-significação social**;
2. a **alteração dos modelos institucionais** e dos paradigmas do conhecimento no que tange a articulação das áreas que atuam em relação ao patrimônio cultural;
3. a **Conservação Preventiva como base normativa para a salvaguarda** dos bens culturais" (FRONER, 2010, p.1, grifo nosso).

Como consequência dos dois primeiros itens acima descritos, outras tipologias de bens culturais vão sendo valorizados, numa tripla extensão – tipológica, cronológica e geográfica (CHOAY, 2006, p.15), desencadeando diferentes concepções museológicas. Neste contexto, o conceito tradicional de museu definido em 1948 pelo *International Council of Museum* (ICOM) "todas as coleções abertas ao público de objetos artísticos, técnicos, científicos, históricos ou arqueológicos, os zoológicos, jardins botânicos, mas se exclui as bibliotecas, a não ser que estas possuam salas de exposição permanentes³" (ICOM, 1948); passa em 2007 para:

Museu é uma instituição permanente sem fins lucrativos, **a serviço da sociedade** e de seu desenvolvimento e aberto ao público, que adquire, conserva, estuda, expõe e transmite o patrimônio **material e imaterial** da humanidade e do seu meio, com fins de estudo, educação e **deleite** (ICOM, 2007, grifo nosso).⁴

³ The word "museums" includes all collections open to the public, of artistic, technical, scientific, historical or archaeological material, including zoos and botanical gardens, but excluding libraries, except in so far as they maintain permanent exhibition rooms. Disponível em http://archives.icom.museum/hist_def_eng.html. Acesso em 15/12/2015.

⁴ A museum is a non-profit, permanent institution in the service of society and its development, open to the public, which acquires, conserves, researches, communicates and exhibits the tangible and intangible heritage

A crescente dimensão envolvendo as atividades empreendidas pelos museus foi assunto da Mesa-Redonda de Santiago do Chile. Organizado pelo ICOM e Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), este evento teve como meta discutir o papel dos museus na América Latina contemporânea. No documento gerado pelo encontro consta que "os museus podem e devem desempenhar um papel decisivo na educação da comunidade", originando o conceito Museu Integral: "destinado a oferecer à comunidade uma visão integral do seu ambiente natural e cultural, e solicita que a UNESCO utilize os meios de divulgação à sua disposição para promover essa nova tendência"(Mesa-Redonda de Santiago do Chile, ICOM, 1972).

Na sequência historiográfica desponta o conceito de “Ecomuseu”, onde se integram também o “Museu Comunidade” e o “Museu de Território”⁵, contrastando com o paradigma dos tradicionais museus de coleções. As relações do homem com o meio ambiente ao longo da sua história e ocupação traçam marcas, valores culturais e patrimoniais. Para tanto uma nova museografia é anunciada focando a trilogia: Território – Comunidade – Patrimônio. "A essa nova concepção, contraposta à visão tradicional, cunhou-se o nome de *Nova Museologia*, movimento que afirma a função social do Museu e o caráter global de suas relações" (VEIGA, p. 33, 2013). Em decorrência, emerge nos últimos anos a Sociomuseologia, uma ação museológica mais centrada nas expectativas das sociedades em relação aos acervos e menos nos compromissos vinculados apenas à divulgação dos resultados dos estudos das coleções e a respectiva preservação destes bens patrimoniais (BRUNO, 2009, p.21).

Paralelamente, nesta trajetória do campo Museológico/Museográfico, a Conservação Preventiva torna-se uma estratégia prioritária nos estudos e ações para salvaguarda⁶ dos bens culturais, pois a prevenção diminui a necessidade de intervenções de restauro nas obras. Dentre as diversas atuações da Conservação Preventiva, destacamos o diagnóstico ambiental, que examina os riscos que insidem sobre os objetos proveniente do meio onde está inserido, riscos estes que coexistem em inter-relacionamentos complexos. Os seguintes fatores contribuem para esses inter-relacionamentos:

of humanity and its environment for the purposes of education, study and enjoyment. Disponível em http://archives.icom.museum/hist_def_eng.html. Acesso em 15/12/2015.

⁵ Para maiores esclarecimentos sobre o assunto ver ICOM. *Mesa Redonda de Santiago do Chile*. Chile: ICOM, 1972 e ICOM. **Declaração de Quebec**. Canadá: ICOM, 1984.

⁶ A Carta de Restauro (1972), divulgada pelo Governo da Itália conceitua *salvaguarda* como "qualquer medida de conservação que não implique a intervenção direta sobre a obra"(artigo 4º).

- A vulnerabilidade inerente às coleções em virtude do material e/ou da fabricação;
- Clima regional e local;
- Reação do edifício e sistemas (se houver) ao clima;
- Políticas e procedimentos ligados à gestão das coleções e do edifício;
- Desastres naturais e ameaças resultantes da ação do homem (SOUZA, et al. 2008, p.6).

No contexto desta pesquisa, são particularmente observadas as questões relativas ao clima, com ênfase na análise dos fatores higrotérmicos ambientais. A exposição de objetos a níveis inadequados de temperatura (T) e umidade relativa (UR), bem como a variabilidade destes índices, é conhecida como um dos principais agentes de deterioração de coleções (MAEKAWA, 2007; SOUZA, 2008, TOLEDO 1999). Uma política de preservação na atualidade, privilegia pesquisas que inter-relacionam o meio ambiente externo, o edifício, o ambiente interno e o acondicionamento do acervo. A integridade física dos objetos sofre influência direta da T e UR, presentes no ambiente onde se encontra, seja ele área expositiva ou reserva técnica (CARVALHO, 1988; CASSAR, 1995; TOLEDO, 1999).

Pesquisas com este foco são extremamente relevantes para o território brasileiro: país de grande extensão territorial, com condições diversas de clima, relevo e vegetação. "Considerando a extensão do território brasileiro que se estende desde aproximados 32° de latitude Sul, até 5° de latitude norte é natural encontrarmos uma diversidade de tipos climáticos que variam desde climas quentes e secos/úmidos a climas frios e úmidos" (GALVANI, 2010, p.1). Isso enfatiza a necessidade dos estudos de casos locais para encontrar recomendações que possam ser específicas para cada um desses domínios. Ademais, cada estrutura expositiva tem suas peculiaridades, determinadas pela tipologia de edificação, características e vulnerabilidade do acervo e condições de apresentação dos objetos (vitrines e suportes). É recomendável, por conseguinte, um estudo das condições ambientais para cada região, relacionando-as com as especificidades das instituições e coleções.

A questão da preservação de acervos em países de clima tropical vem despertando o interesse dos especialistas, porque, nessas áreas, além de as condições ambientais serem desfavoráveis, concentram-se países em fase de desenvolvimento, com toda sorte de problemas sociais e econômicos. Estudos e pesquisas estão sendo desenvolvidos para identificar soluções que se adéquem aos problemas enfrentados pelas instituições culturais ali localizadas, com bom senso, com simplicidade econômica e tecnológica e, também, alinhadas com a tendência mundial de conservação de energia (CARVALHO, 1988, p.3).

Partindo, pois, da premissa de que a estabilidade ambiental é condição fundamental para a preservação de coleções, e que dentre os diversos fatores de deterioração, as variantes ambientais temperatura e umidade relativa, merecem um estudo particular, desenvolveu-se esta dissertação. Optou-se como estratégia de pesquisa o estudo de caso do MARLS, pela possibilidade da avaliação prática dos parâmetros teóricos. Esta metodologia favorece, ao longo de todas as fases da pesquisa, a coleta e análise de dados, além da composição e apresentação dos resultados (YIN, 2005). Como proposta metodológica analítica, organizou-se o monitoramento ambiental (externo e interno), utilizando instrumentos dataloggers⁷ de temperatura e umidade relativa. Iniciado em maio de 2015, as medições estenderam até janeiro de 2016. Deste modo, concluímos 9 meses de coleta de dados, registrando períodos variados de temperatura e umidade. Os dados obtidos foram analisados através tabelas e gráficos desenvolvidos no programa *MS-Excel*, comparando-se as medições internas e externas, possibilitando desta forma, a compreensão do comportamento do edifício como estrutura protetora.

Muitos museus atualmente mantêm o monitoramento ambiental, através de instrumentos de medição – como prática da gestão de conservação. Byrro (2011) destaca que o diagnóstico ambiental fica parcialmente incompreendido quando são priorizados apenas o microclima e as coleções. Desse modo, faz-se necessário também a avaliação da edificação e do entorno, buscando o reconhecimento das estruturas arquitetônicas e das características do meio ambiente externo. O estudo do comportamento dos materiais e sistemas construtivos, principalmente quanto ao desempenho térmico e luminoso, a capacidade de vedação das esquadrias em relação à água e ao vento, são elementos a serem analisados do ponto de vista da conservação preventiva (GONÇALVES et al, 2008). Este conjunto múltiplo de condições a investigar, abrange uma interação de informações em áreas distintas de conhecimento. Para a realização desta pesquisa destacamos o intercâmbio de informação entre a Arqueologia, Museologia, Arquitetura, Climatologia e a Conservação de Bens Culturais.

De fato, a Conservação da Preventiva envolve uma equipe interdisciplinar. Cassar (1995) aponta uma avaliação em quatro áreas principais para uma "auditoria de conservação": a

⁷ Dataloggers: aparelhos que registram e armazenam as medições. Esta tecnologia hoje, se encontra acessível, devido à facilidade operacional e custo reduzido.

coleção, o monitoramento ambiental, o edifício e os sistemas ambientais. Define que as duas primeiras (coleção e monitoramento), são função do conservador-restaurador, o edifício do arquiteto, e a última do engenheiro. Esta auditoria corresponde ao "Diagnóstico para Conservação Preventiva".

A perspectiva interdisciplinar que envolve esta pesquisa, característica cara à Ciência da Conservação, vem ao encontro das propostas do Mestrado Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (MACPS). São contribuições preciosas à capacitação do conservador-restaurador.

Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é identificar e analisar os fatores ambientais que colocam em risco a integridade das coleções museológicas, a partir do Diagnóstico Ambiental do Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa –, bem como buscar soluções para melhor expor e conservar o acervo.

Objetivos Específicos

A fim de alcançar o objetivo final, pretende-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Efetivar o levantamento das características da instituição e do acervo.
- Estudar o ambiente externo, principalmente as características climáticas da região onde se localiza o MARLS.
- Elaborar uma análise da edificação, com foco nas características das envoltórias e na influencia dos materiais constituintes no desempenho térmico do edifício.
- Efetivar a análise das condições expositivas e estado de conservação dos objetos.
- Realizar o monitoramento de T e UR (ambiente externo e interno) para estudo comparativo entre os ambientes.
- Identificar os principais riscos ao acervo provenientes das condições ambientais.
- Elaborar estratégias para melhor acondicionamento e exposição do acervo.

Justificativa da escolha do tema

O interesse em buscar as causas de deterioração dos objetos e não somente trabalhar na restauração de obras, direcionou a escolha do percurso de Conservação Preventiva, no Curso de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), iniciado em 2008.

Nesta jornada veio também o interesse pela Arqueologia. Ao participar de um intercâmbio estudantil, no primeiro semestre de 2011, tivemos a oportunidade de estudar História e Arqueologia na Universidade de Évora, em Portugal, realizando inclusive escavações arqueológicas na região.

Em 2012, já de volta a UFMG, o trabalho no *Projetos Integrados para a Consolidação do Centro Arqueológico da Região de Lagoa Santa – Parque do Sumidouro*, coordenado pelos professores Luiz Cruz Souza e Yacy Ara Froner, possibilitou o contato com o MARLS. Foram aproximadamente 18 meses de atividades voltadas para a organização do acervo, cuja proposta final contemplava a implementação de um banco de dados digital para o numeroso acervo da área de reserva e exposição. Os procedimentos iniciavam com a higienização dos artefatos, medições, análise do estado de conservação, análise arqueológica, fotografia e inserção dos dados nas planilhas digitais. Integravam o grupo estudiosos da área da Arqueologia e Conservação-Restauração.

O envolvimento no projeto motivou o tema do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em 2012 - *Tratamento de Conservação em suporte expográfico: estudo de caso da exposição do Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa*. Desenvolvemos uma investigação sobre duas estruturas expositivas existentes: uma urna funerária e uma vitrine de acervos diversos, avaliando a segurança para o acervo ali inserido. Foi desenvolvido e executado um projeto de vitrine para expor quatro crânios do museu.

No ano de 2014, realizamos o *Diagnóstico Ambiental para Conservação Preventiva do Museu Tipografia do Pão de Santo Antônio*, localizado em Diamantina, Minas Gerais, dentro do *Projeto Memória do Pão de Santo Antônio*. Após a realização do relatório, participamos dos trabalhos de restauração do acervo, com um entendimento mais específico sobre as causas de deterioração dos objetos da instituição. Tivemos também oportunidade de trabalhar no projeto expográfico, aplicando os resultados do diagnóstico na elaboração de vitrines e disposição do mobiliário no espaço museal.

Apresentamos em novembro de 2015, no *III Encontro Luso Brasileiro de Conservação e Restauo* realizado em Évora, Portugal, o artigo *Monitoramento e análise das variáveis climáticas para a*

conservação de acervos, desenvolvido no contexto do mestrado do MACPS, sob a orientação da professora Eleonora Sad de Assis.

Estrutura do trabalho

Esta dissertação foi organizada em três capítulos, além da Introdução, Referências, Apêndices e Anexos.

O capítulo 1 apresenta e discute os estudos sobre Conservação Preventiva, com ênfase no diagnóstico ambiental, situando as principais bases teóricas internacionais e o panorama científico brasileiro. Aponta diretrizes específicas do gerenciamento ambiental e sua relevância para o estado da arte dos bens culturais. Aborda os parâmetros de conservação para as diversas tipologias de acervo. Examina as estratégias de construção de edifícios, correlacionando ferramentas do campo da arquitetura sobre conforto ambiental, direcionando as análises para a conservação das coleções, mote desta pesquisa. Destaca também aspectos da conservação arquitetônica e de medidas legais protetivas, visto que o MARLS tem tombamento municipal. Contextualiza também a relação entre Arqueologia, Museologia e Conservação de Bens Culturais.

O capítulo 2 descreve a metodologia utilizada e seus desdobramentos. Podemos dividir este capítulo em duas partes distintas: a primeira destaca o MARLS através do levantamento dos dados sobre instituição (históricos, geográficos e construtivos), a questão política atual envolvendo o *Parque Estadual do Sumidouro*, o *Museu Peter Lund* e o *MARLS*; a verificação da tipologia do acervo e aspectos da expografia. A segunda parte refere-se aos procedimentos experimentais. Descreve o monitoramento ambiental e a instalação dos instrumentos de medição. Avalia o potencial de alguns programas simples de simulação computacional de edifícios como ferramentas de suporte à análise do diagnóstico ambiental.

O capítulo 3 organiza e reflete sobre os resultados obtidos, formulando um parecer crítico do diagnóstico ambiental do MARLS, frente ao referencial teórico levantado ao longo desta pesquisa.

Nas considerações finais apresentamos uma reflexão acerca dos resultados, definindo prioridades na gestão do MARLS, visando superar os desafios da preservação do seu patrimônio. Desta forma, indicaremos possíveis estratégias de controle ambiental em função da conservação do acervo.

CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTOS TEÓRICOS

O *corpus* teórico sobre conservação preventiva e gerenciamento ambiental é recente. Muitos autores continuam a desenvolver suas pesquisas, que são apresentadas em congressos, seminários e divulgadas via internet, principalmente pelas instituições de interesse no campo do patrimônio cultural. Na realidade, a leitura crítica destas publicações, torna-se fonte importante de informação ao estudioso da área e faz parte da investigação desta dissertação.

1.1 A Conservação Preventiva e o Gerenciamento Ambiental

O vocábulo prevenção segundo o dicionário Houaiss (2001, p. 2296) significa: "1. Ação ou resultado de prevenir. 2. Conjunto de medidas ou preparação antecipada de algo que visa prevenir um mal." Na atualidade a prevenção tornou-se uma metodologia de praxe em diversas áreas de trabalho, sendo fundamental na Medicina, Odontologia, Pedagogia, Engenharia, etc. No caso específico desta de pesquisa a *Conservação Preventiva de Bens Culturais*, definida pela Fundação Casa de Rui Barbosa (FCRB)⁸ como:

A Conservação Preventiva pode ser definida como um conjunto de ações para mitigar as forças responsáveis pela deterioração e pela perda de significância dos bens culturais, e a formulação de um plano de conservação preventiva é a concepção, coordenação e execução de um conjunto de estratégias sistemáticas organizadas no tempo e espaço, desenvolvidas por uma equipe interdisciplinar com o consenso da comunidade a fim de preservar, resguardar e difundir a memória coletiva no presente e projetá-la para o futuro para reforçar a sua identidade cultural e elevar a qualidade de vida (FCRB, 20--).

Procedimentos relacionados aos cuidados com os objetos existem desde o início da organização dos acervos museológicos. Na Europa, em decorrência da formação dos primeiros museus, foram editados tratados e manuais divulgando informações sobre procedimentos técnicos desenvolvidos pela prática exercida nestas instituições, especificando métodos de preservação e conservação, instruções sobre como fazer a documentação e descrição formal das peças, incluindo aspectos sobre sua legitimidade, procedência e características (ARAÚJO, 2013). Sendo que, a partir do século XIX são

⁸ Disponível em http://www.casaruibarbosa.gov.br/interna.php?ID_S=218&ID_M=528. Acesso em 12/6/2015.

firmadas as bases da conservação e restauro, despontando no XX os conceitos científicos e a aplicação no contexto dos museus.

A conservação com base científica inicia-se no séc. XIX. Destacam-se os trabalhos de Sir Humphrey Davy, presidente da Royal Society, em 1820, estudando os papiros de Pompéia, e realizando estudos sobre as causas de sua degradação; de C. J. Thomson, no Museu Nacional de Copenhague, desenvolvendo técnicas para conservar objetos arqueológicos e de Friedrich Rathgen, em 1888, ao assumir um posto no Museu Real de Berlim. Este último criou um laboratório e desenvolveu uma série de tratamentos de conservação, produzindo, em 1898, um dos primeiros livros sobre o tema (*Die Konservierung von Altumsfunden – A Conservação de Antiguidades*), quando a conservação tornou-se uma disciplina profissional. Ainda nesse século, temos o advento da ciência como caminho para a revelação da verdade e para análise da realidade, além da ampliação do acesso público à cultura e à arte (GRANATO, 2007, p. 8).

Friedrich Rathgen, provavelmente o primeiro químico a trabalhar em um museu (GRANATO; CAMPOS, 2013), publicou em 1905 "*The Preservation of Antiquities. A handbook for Curators*", abordando nesta obra os métodos de restauração que empregava no *Royal Museums of Berlin*. Destacamos aqui, como prenúncio de uma metodologia no campo da prevenção, referências apontadas pelo autor sobre normas de acondicionamento, tais como indicação de proteção contra raios solares, do uso de desumidificadores de ar e vitrines herméticas para peças especiais (FIG.2).

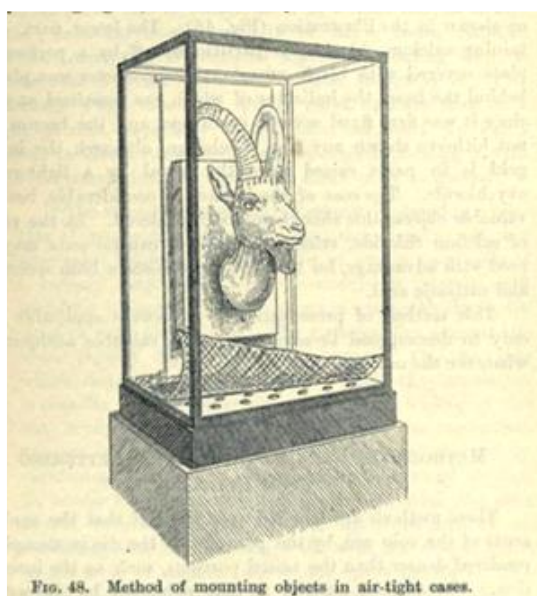


Figura 1 - Modelo de vitrine hermética.

Fonte: RATHGEN (1905)

Observa-se nas primeiras publicações que não era empregado ainda o termo *conservação preventiva*, e não se sabe ao certo quando foi utilizado pela primeira vez. Cita-se, como fonte preliminar, os trabalhos desenvolvidos pelos conservadores anglo-saxões no início do século XX acerca dos agentes de deterioração. Para este grupo a compreensão e o controle destes fatores seriam a forma de assegurar a sobrevivência dos objetos e obras de arte. A valorização das coleções científicas – da arqueologia, etnologia e história natural – também impulsionou estudos no campo da prevenção (FÉRNANDEZ, 2013.). Outros teóricos apontam que *Gael de Guichen* foi o primeiro pesquisador a empregar o termo conservação preventiva (ALARCÃO, 2007, p. 9). Em 1995 *Guichen* escreve o artigo: *A Conservação Preventiva: uma mudança profunda de mentalidade*.

Onde ontem se viu objetos, hoje se vê coleções. Onde se viu salas, hoje se vê edifícios. Onde se viu uma pessoa, hoje se vê uma equipe. Onde se viu despesas a curto prazo, devemos ver investimentos de longo prazo. Onde se viu ações diárias, devemos ver programas e prioridades. Conservação preventiva significa fazer um seguro de vida para museus e coleções (GUICHEN, 1995, p. 4. Tradução nossa)⁹.

A abordagem científica destas investigações implicou estudos em diferentes áreas do conhecimento. Dessa forma, trabalham conjuntamente na salvaguarda dos bens culturais museólogos, conservadores, químicos, biólogos, historiadores, geólogos, entre outros. Esta interdisciplinaridade, marcante neste período, significa um intercâmbio entre "disciplinas operantes e cooperantes" (JAPIASSU, 1967, p. 84). No âmbito do patrimônio cultural esse processo interdisciplinar contribuiu de forma incisiva no domínio da Conservação Preventiva. O campo abrangente do trabalho preventivo envolve procedimentos em todos os setores da gestão museal, desde a organização, segurança, exposição e guarda. As investigações compreendem a inter-relação dos fatores intrínsecos e extrínsecos aos bens culturais. Neste segmento, o olhar dos estudiosos foi expandido para pesquisar riscos provenientes do meio ao redor, para o conhecimento dos agentes de deterioração relacionados ao ambiente, classificados por Michalski (1990) como:

⁹ *La conservation preventive: un changement profondde mentalité*. Where yesterday one saw objects, today one should see collections. Where one saw rooms, one should see buildings. Where one saw a person, one should see teams. Where one saw short-term expenditure, one should see long-term investment. Where one saw day-to-day actions, one should see programme and priorities. Preventive conservation means taking out a life insurance for museum collections. Disponível em http://archives.icom.museum/study_series_pdf/1_ICOM-CC.pdf. Acesso em 26 de agosto de 2014.

1. Forças físicas: provenientes de terremotos, colisão, explosão, colapso estrutural do edifício, vibrações, danos acidentais provocados por transporte ou manuseio inadequado, quebras, etc.
2. Roubo e vandalismo.
3. Incêndio.
4. Ação direta da água: como consequência de enchentes, vazamentos, infiltrações, condensação, umidade ascendente, umidade devido à limpeza inadequada, etc.
5. Pragas: infestação biológica.
6. Poluentes: em decorrência dos contaminantes atmosféricos, tais como fumaça, poeira, etc.
7. Luz: radiação ultravioleta, infravermelha e visível.
8. Temperatura incorreta: inferência das condições climáticas externas e internas.
9. Umidade relativa incorreta: resultante de fontes de umidade diversas e condições climáticas externas e internas.

Waller e Cato (2013) acrescentaram um décimo item à esta lista – a dissociação, fator referente à perda de informações sobre os objetos. Diferentemente dos demais agentes de deterioração, a dissociação não altera fisicamente a obra, mas causa um impacto em relação ao aspecto jurídico, intelectual e cultural. A falta de informação ou dados incorretos podem, por exemplo, comprometer a valorização do objeto, impossibilitando uma investigação precisa, inventário ou qualquer outro tipo de pesquisa.

O estudo direcionado ao meio ambiente e à correlação dos fatores de risco com as propriedades específicas das diversas tipologias de acervos, determina uma metodologia denominada *Gerenciamento Ambiental para Conservações de Coleções*. Neste segmento, May Cassar (1995) publica em 1995 *Environmental Management: guidelines for museums and galleries*. A obra está dividida em quatro partes distintas. A primeira apresenta os princípios para gerenciamento ambiental em museus, a segunda destaca a importância da gestão e do monitoramento no ambiente construído, a terceira detalha o controle do ambiente de exposição e a quarta caracteriza o armazenamento e transporte.

No percurso organizações internacionais são criadas fortalecendo o caráter de bem cultural como patrimônio mundial, impulsionando estudos aprofundados no campo da prevenção. Destacamos as seguintes instituições:

- IRPA – *Institut Royal do Patrimoine Artistique* (Bruxellas,1937).¹⁰
- ICR – *Istituto Centrale de il Restauro* (Roma, 1939). *Atual ISCR - Istituto Superiore per la Conservazione de il Restauro* (Roma, 2007).¹¹
- ICOM – *International Council of Museum* (Paris,1946).¹²
- IIC – *International Institut for Conservation* (Londres, 1950).¹³
- ICCROM – *International Centre for the Study of the Preservation and Restauration of Cultural Property* (1956).¹⁴
- ICOMOS – *International Council on Monuments and Sites* (Paris, 1965).¹⁵
- CCI – *Canadian Conservation Institute* (Ottawa, 1972))¹⁶
- AIC – *American Institute for Coservation of Historic & Artistic Works* - (Washington, 1972)¹⁷
- CGI – *Getty Conservation Institute* (Los Angeles, 1984)¹⁸.

É inegável a importância destas organizações para a divulgação e desenvolvimento teórico e técnico no domínio da conservação preventiva. Como resultado das pesquisas, cursos e publicações incentivados por estes organismos, firmou-se a importância da prevenção e aplicação de métodos científicos na conservação de bens culturais. Materiais disponíveis *on line* promovem uma difusão de dados desta nova área do conhecimento.

Através do IIC *Garry Thomson* organizou em Londres, no ano de 1968, a primeira conferência sobre climatologia relacionada a museus. Este foi um dos muitos projetos que promoveu no âmbito do IIC, do qual foi presidente de 1983 a 1986. Sua obra *The Museum Environment*, publicada em 1978, é referência para estudiosos do assunto. Thomson aborda detalhadamente as condições ambientais que influenciam na conservação dos acervos: temperatura, umidade, iluminação e agentes poluentes. Avalia como as características climáticas do ambiente externo influenciam no interior dos museus. A segunda edição do livro (1986) inclui um "resumo de especificações para museus" contendo parâmetros de iluminação, radiação ultra violeta, umidade relativa e temperatura.

¹⁰<http://www.kikirpa.be/FR/1/22/Accueil.htm>. Acesso em 20 de setembro de 2014.

¹¹ <http://www.icr.beniculturali.it/pagina.cfm?usz=1&uid=9>. Acesso em 3 de maio de 2005.

¹² <http://icom.museum/the-organisation/>. Acesso em 21 de setembro de 2014.

¹³ <https://www.iiconservation.org/about>. Acesso em 7 de maio de 2015.

¹⁴ <http://www.iccrom.org/about/history/>. Acesso em 7 de maio de 2015.

¹⁵ <http://www.icomos.org/en/>. Acesso em 21 de setembro de 2014.

¹⁶ <https://www.cci-icc.gc.ca/index-eng.aspx>. Acesso em 15 de maio de 2015

¹⁷ <http://www.conservation-us.org/>. Acesso em 15 de maio de 2015.

¹⁸ <http://www.getty.edu/foundation/initiatives/index.html>. Acesso em 7 de maio de 2015.

Em 1999 o CGI lançou um método de diagnóstico, coordenado por Kathleen Dardes, denominado *The Conservation Assessment: A Proposed Model for Evaluating Museum Environmental Management Needs* (1999)¹⁹. Este trabalho foi resultado de oito anos experiências adquiridas sobre estratégias de avaliação, destinadas aos museus dos Estados Unidos. Foi publicado originalmente em 1990, com o título – *Conservation Assessment: A Tool for Planning, Implementing, and Fundraising*²⁰. A nova abordagem apresenta uma metodologia de diagnóstico para conservação preventiva, com soluções apropriadas e sustentáveis para os problemas induzidos pelo meio ambiente e que podem afetar as coleções. A sustentabilidade das propostas para o aperfeiçoamento do ambiente expositivo leva em conta a coleção, o museu e a gestão institucional. O modelo pode ser adaptado e empregado em diversas instituições.

Michalski (2004) correlaciona os riscos ambientais que podem atingir os objetos relacionando-os com as estruturas que envolvem o acervo. As camadas ao redor dos objetos podem determinar ou não uma proteção e segurança para os mesmos (FIG. 3).

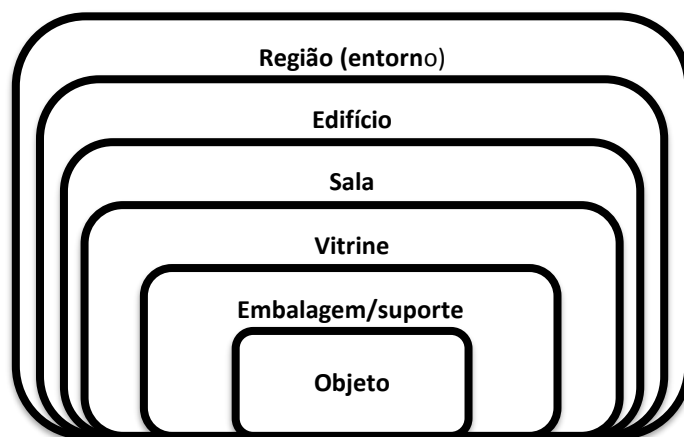


Figura 2 - Camadas ao redor do acervo.

Fonte: MICHALSKI (2004)

Como consequência dos estudos das condições ambientais adequadas aos diversos objetos, firmou-se o conceito e emprego das métricas de preservação:

¹⁹ Tradução nossa: Avaliação de Conservação: Modelo para roteiro de diagnóstico gestão ambiental em museus. Disponível em http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/assessmodeleng.pdf. Acesso em 27 de julho de 2014

²⁰ Tradução nossa: Avaliação Conservação: Uma Ferramenta para Planejamento, Implementação e Captação de Recursos.

As métricas de preservação são parâmetros ou índices que permitem uma avaliação quantitativa, mensurável da qualidade das condições de conservação das coleções em função das condicionantes ambientais. Elas permitem comparar duas ou mais situações ambientais que ocorrem em ocasiões diferentes no mesmo espaço, ou também comparar espaços distintos com diferentes condições ambientais, em termos de expectativa de vida das coleções neles abrigada (GONÇALVES, 2013. p. 31).

Na tentativa de obter um clima apropriado para as áreas expositivas, têm-se no século XX, um incentivo à implementação de sistemas ativos de climatização para controle ambiental. A *American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE)*²¹, associação internacional na área de aquecimento, ventilação e ar condicionado, direcionou suas pesquisas para o ambientes de guarda de coleções. Em 1999, em parceria com o CCI, incluiu no seu manual um capítulo relativo à climatização em museus e bibliotecas. O capítulo citado da ASHRAE apresenta de forma esquemática valores de "referência", indicando cinco classes distintas de controle de T e UR, apresentando também efeitos destas variáveis nas coleções, nos ambientes de exposição e guarda (Quadro 1).

Porém, com a continuidade dos estudos, verificou-se que a implementação destes sistemas visando cumprir os padrões ambientais pré estabelecidos, não solucionavam completamente a problemática, devido à complexidade da relação que envolve as diversas tipologias de objetos e a diversidade de condições ambientais expositivas. Ademais, a implementação de sistema de controle climático com equipamentos de ar condicionado, gera altos custos de instalação e manutenção. As questões ambientais em museus, portanto, não podem ser analisadas como um conjunto de requisitos onde se pode aplicar regras generalizadas. A falta de uma investigação específica pode acarretar consequências negativas para as coleções.

²¹ <https://www.ashrae.org/>. Acesso em 10 17 de abril de 2015.

Quadro 1- Padrões de temperatura e umidade relativa para coleções segundo ASHRAE

Tipo	Valores de referência ou média anual	Flutuações máximas e gradientes em espaços controlados			Riscos e benefícios para as coleções
		Classes de controle	Pequenas flutuações	Ajustes sazonais dos valores de referência	
Museus em geral, Galerias de Arte, Bibliotecas e Arquivos Salas de consulta e leitura, salas para armazenamento de coleções, quimicamente estáveis, em particular se forem mecanicamente vulneráveis	<p>50% UR (ou a média anual histórica para as coleções permanentes)</p> <p>Temperatura: um valor entre 15 e 25°C</p> <p>Nota: Para empréstimo, a instituição deve-se solicitar:</p> <p>50%, 21°C mas por vezes 55 ou 60%.</p>	<p>AA</p> <p>Controle de precisão, sem correção sazonal de UR</p>	<p>UR $\pm 5\%$,</p> <p>T $\pm 2^\circ\text{C}$</p>	<p>UR sem alteração.</p> <p>T 5°C acima do valor de referência e 10°C abaixo</p>	<p>Nenhum risco de degradação mecânica para a maior parte dos artefatos e pintura.</p> <p>Alguns metais e minerais poderão ter problemas se o valor da UR de 50% exceder um valor crítico. Objetos quimicamente instáveis estarão inutilizáveis dentro de décadas.</p>
		<p>A</p> <p>Controle de precisão, alguns fatores ou alterações sazonais não ambos</p>	<p>UR $\pm 5\%$</p> <p>T $\pm 2^\circ\text{C}$</p>	<p>UR Aumentar ou reduzir 10%.</p> <p>T Aumentar 5°C ou reduzir 10°C</p>	<p>Risco reduzido de degradação mecânica para artefatos muito sensíveis. Nenhum risco para a maior parte dos artefatos, pintura, fotografias e livros.</p>
		<p>B</p> <p>Controle de precisão de alguns fatores mais ajuste da temperatura de Inverno</p>	<p>UR $\pm 10\%$</p> <p>T $\pm 5^\circ\text{C}$</p>	<p>UR Aumentar ou reduzir 10%</p> <p>T 10°C acima. Mas não acima de 30°C.</p> <p>T: Diminuir pra controlar a UR</p>	<p>Risco moderado de danos mecânicos para artefatos muito sensíveis. Risco mínimo para a maioria das pinturas, fotografias, alguns artefatos e livros.</p> <p>Riscos praticamente nulo para muitos artefatos e maioria dos livros.</p>
		<p>C</p> <p>Evitar os extremos mais perigosos</p>	<p>UR: mantida entre 25% e 75% durante todo o ano.</p> <p>T: raramente acima dos 30°C, normalmente inferior a 25°C</p>		<p>Risco elevado de degradação mecânica para artefatos muito vulneráveis. Risco moderado para a maior parte da pintura e da fotografia e alguns artefatos e alguns livros. Pequeno risco para muitos artefatos e a maior parte dos livros.</p>
		<p>D</p> <p>Evitar a Umidade</p>	<p>UR: mantida de forma segura a um valor inferior a 75%</p>		<p>Risco elevado de deterioração mecânica para a maior parte de artefatos e pinturas com baixa resistência a umidade. Evita proliferação de mofo e rápida corrosão.</p>
<p>Arquivos, Livrarias</p> <p>Salas para</p>	<p>Sala fria</p> <p>UR 40%</p>	<p>$\pm 10\%$ HR, $\pm 2^\circ\text{C}$</p>			<p>Flutuações de UR abaixo de uma mês não afetam os objetos acondicionados corretamente.</p>

armazenamento de coleções quimicamente instáveis.	T -20°C		
	Sala fria UR entre 30 a 50% T 10°C	Favorável à coleção, mesmo que somente no inverno alcance este limite, contanto que não ocorra excesso de UR.	Objetos quimicamente instáveis estarão inutilizados num século ou mais.
Coleções especiais com metais	Sala seca: UR entre 0 a 30%	A UR não pode exceder nenhum valor crítico, tipicamente 30%	

Fonte: FERREIRA, 2008 .

Weintraub (2006) relata que, apesar do controle climático em museus apresentar resultados positivos na conservação dos acervos, deve-se ter cuidado com as particularidades de cada coleção e da instituição. Este pesquisador destaca o livro já citado *The Museum Environment* (THOMSON, 1978) como fonte propulsora para aplicação das medidas de controle climático em áreas expositivas. Aponta a importância dos dados técnicos apresentados por *Thomson*, mas alerta para a incompletude metodológica de usá-lo, apenas buscando padrões indicados no apêndice incluído da segunda edição (1986), intitulado *Resumo das especificações*²² (tradução nossa). Ressalta a relevância do conteúdo teórico apresentado no livro relacionado às condições particulares dos objetos, a identificação das principais fontes de riscos e sua magnitude, além das questões orçamentárias. A crítica mais incisiva sobre a publicação de *Thomson* recai no termo *specifications*, que pode ser ambíguo, dando a entender normas rígidas a obedecer. Compara os termos *guidelines*, *standard* e *specifications*, significando respectivamente diretrizes, padrões e especificações (tradução nossa), empregados na indicação de parâmetros para conservação de acervos. As *diretrizes* podem ser entendidas como recomendações e interpretadas com mais flexibilidade, sugerindo uma meta a se cumprir. A palavra *especificação* é percebida como um requisito preciso e inflexível. O significado de *padrões* ambientais estabelece uma posição intermediária entre os dois conceitos anteriores descritos, mas causa dúvidas, pois pode ser entendido tanto como requisito a obedecer, quanto como indicador de práticas adotadas pela maioria dos museus, tornando-se ainda mais inadequado, pois, práticas comuns não significam melhores escolhas.

²² *Summary of specifications* (THOMSON, 1986)

Michalski (2007) avalia a busca por condições ideais de guarda e exposição dos acervos, em relação às reais condições de permanência, de acordo com as características dos objetos e do ambiente expositivo. O autor alerta que em situações problemáticas o gerenciamento de riscos é mais importante do que adotar padrões pré estabelecidos. Aponta ainda, que a verificação dos parâmetros ideais para conservação deve ser pautada em duas abordagens: nas referências sobre a vulnerabilidade do objeto, e na avaliação do histórico da peça, que inclui um diagnóstico do estado de conservação em função de sua aclimatação, frente às condições do ambiente expositivo. Muitas vezes, determinado objeto apresenta uma situação física estável em condições de temperatura e umidade diferente da indicada na literatura como ideal. Segundo este autor, se a condição atual de clima não exceder os limites daqueles registrados no passado, os riscos de alterações mecânicas, neste caso, podem ser negligenciados.

Pesquisas recentes reavaliam os parâmetros pré estabelecidos, observando inclusive as recentes mudanças climáticas em nosso planeta. A publicação *Climate for Collections – Standards and Uncertainties*²³ do grupo *Climate Culture*²⁴, aponta já no título esta problemática. Neste trabalho encontramos estudos sobre normas ambientais para coleções de museus. Os artigos discorrem sobre a adequação dos parâmetros de conservação estabelecidos na literatura em relação às alterações climáticas atuais, abordando também a sustentabilidade energética e o uso dos complexos sistemas de climatização. O interesse pelo assunto foi impulsionado pelo movimento crescente em direção à arquitetura sustentável e ao gerenciamento de museus de forma responsável e eficiente, em termos de redução do consumo de energia e das emissões de carbono.

1.2 A atuação brasileira no campo da Conservação de Bens Culturais

Podemos destacar como marco nas ações preservacionistas do Brasil a atuação dos intelectuais integrantes movimento modernista, na década de 1920, que em busca de uma identidade nacional, encontram na arquitetura setecentista da cidade de Ouro Preto a "manifestação de uma possível civilização brasileira" (CASTRIOTA, 2009, p. 71). Mário

²³ Título: Clima para Coleções – Padrões e Incertezas (tradução nossa). Disponível em: <http://www.climateforculture.eu/index.php?inhalt=dissemination.publications>. Acesso em 05 de abril de 2015.

²⁴ Climate for Culture é um projeto de pesquisa europeu desenvolvido entre 2009 a 2014 para estudar as modificações climáticas atuais e as consequências no patrimônio cultural europeu. Com uma equipe de investigação multidisciplinar (27 parceiros) tinha como objetivo identificar o potencial de danos referente às questões climáticas, incentivando o desenvolvimento de estratégias para mitigar os efeitos indesejáveis ao patrimônio cultural. Disponível em <http://www.climateforculture.eu/>. Acesso em 05 de abril de 2015.

de Andrade, participante ativo deste grupo, realiza nesta época viagens por diversas regiões brasileiras para conhecer as diversas produções culturais do país.

Mário de Andrade, um dos expoentes do Modernismo, preocupado com a emancipação cultural e com o resgate da memória do país, procura elementos constitutivos da nossa identidade. Realiza pesquisas no norte e nordeste do país, mostra a condição do nordestino bem como sua poética; viaja para Minas, redescobrimo valores do passado ignorados na época. Através de suas obras de cronista, poeta ou narrador, aborda a situação e produção cultural das diversas regiões de país. Atribui valores às manifestações do folclore, à arquitetura e demais elementos do barroco, ressignificando e exaltando as qualidades das diversas produções, seja pela estética, como pela história. Nesse sentido contribuiu para renovar conceitos, criar novos sentidos à produção material/intelectual e artística das diversas regiões do país (BORGES, 1999, p. 2).

Em 30 de novembro de 1937 é criado o Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), pelo Decreto Lei nº 25/37, com a finalidade "promover o tombamento, a conservação, o enriquecimento e o conhecimento do patrimônio histórico e artístico nacional" (BRASIL, 1937). Ressalta-se que as bases para a elaboração do SPHAN²⁵ foram criadas no ano anterior por Mário de Andrade, a pedido do então ministro da Educação e Saúde, Gustavo Capanema. Em 1946 o SPHAN tem seu nome alterado para Departamento do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (DPHAN). Em 1970, o DPHAN é transformado em Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, o IPHAN (DIAS, 2012).

Se por um lado, a legislação brasileira propõe medidas preservacionistas desde dos anos 30, o processo acadêmico é um pouco mais lento. Os primeiros cursos universitários são da década de 1980: o curso de especialização do *Centro de Conservação-Restauração de Bens Culturais Móveis* (CECOR) na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e o *Curso de Conservação de Monumentos e Sítios Históricos* (CECRE) na Universidade Federal da Bahia (UFBA). O primeiro curso brasileiro de bacharelado em *Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis* foi criado em 2008 na UFMG. Atualmente constam no cadastro do Ministério da Educação mais dois de bacharelado (na Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade Federal de Pelotas) e cinco superiores em tecnologia nas respectivas instituições: Instituto Federal de Minas Gerais, Faculdade de Tecnologia da Terra Gaúcha, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Universidade Estácio de Sá e Centro

²⁵ O anteprojeto de Mário de Andrade pode ser acessado na Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Rio de Janeiro: IPHAN, 2002, nº 30, pp. 271-287. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/RevPat30_m.pdf. Acesso em 02 de julho de 2015.

Universitário Euro-Americano (GONÇALVES, 3013). Como consequência da evolução do processo acadêmico, ampliam-se o intercâmbio com instituições de outros países, bem como a difusão de trabalhos e publicações científicas.

Um exemplo de atuação multidisciplinar com participação brasileira foi desenvolvido nos anos 90, quando o Consórcio Latino-Americano de Conservação executou um projeto do qual participaram: CECOR, *Laboratório de Ciências da Conservação* (LACICOR), GCI, *Fundação VITAE*²⁶ e outras instituições latino-americanas. Este evento promoveu vários cursos para formar agentes multiplicadores de conhecimento. Como resultado deste programa realizou-se o projeto *Gerenciamento Ambiental do Museu de Arte Sacra de Salvador*, realizado em 1998; também foram editados dez cadernos técnicos intitulados *Tópicos em Conservação Preventiva*²⁷ (SOUZA et al, 2008). O primeiro deles, *Roteiro de Avaliação e Diagnóstico em Conservação Preventiva*, organizado pela professora Yacy Ara Froner, apresenta uma adaptação do modelo já citado do CGI, *The Conservation Assessment: A Proposed Model for Evaluating Museum Environmental Management Needs*. O Quadro 2, adaptado deste caderno técnico, demonstra esquematicamente as fases de trabalho do diagnóstico para Conservação Preventiva (FRONER et al, 2008.).

O conteúdo em *Tópicos em Conservação Preventiva - 5: Controle Ambiental*, também foi muito explorado no contexto desta dissertação. O caderno salienta a importância do monitoramento, que viabiliza o conhecimento das reais condições ambientais das instituições, e chama a atenção para o emprego de uma metodologia efetiva de organização destes dados. Apresenta como ferramenta de análise a carta psicrométrica²⁸, que favorece o entendimento das "zonas apropriadas" para o acondicionamento das coleções, de acordo com a especificidade dos materiais e parâmetros de T e UR.

²⁶ Fundação VITAE: instituição que atuou no Brasil de 1985 a 2005, tendo como um dos principais focos o fomento às Artes e à Cultura, por meio do financiamento a programas, projetos e bolsas de trabalho e de pesquisa.

²⁷ http://www.lacicor.org/index.php?option=com_content&view=article&id=80&Itemid=57. Acesso em 10 de março de 2015.

²⁸ O gráfico psicrométrico ou cartas psicrométricas: diagrama que apresenta graficamente a relação dados de temperatura do bulbo seco, do bulbo úmido, U.R ou umidade absoluta, ponto de saturação. Permite a indicação de locais de conforto ambiental conforme parâmetros estabelecidos (LAMBERTS et al, 1994).

Quadro 2 - Roteiro Diagnóstico Ambiental

Diagnóstico Ambiental para Conservação Preventiva	
Fases	Objetivos
1ª Fase: levantamento de dados Institucionais	<p>Relacionar informações sobre a fundação, organização, missão, responsável pela instituição e funcionários.</p> <p>Levantamento sobre o edifício: verificação do projeto original, modificações e materiais construtivos.</p> <p>Definição das metas do diagnóstico de acordo com as necessidades das instituição</p>
2ª Fase: coleta de informações, observações e entrevistas no local	<p>Examinar os vários aspectos ligados ao meio ambiente do museu, visando construir um banco de dados para a análise e diagnóstico dos problemas, causas e relevância.</p> <ul style="list-style-type: none"> • O Macro Ambiente do Museu • O Edifício: Caracterização • O Meio Ambiente das Coleções.
3ª Fase: análise conjunta e estratégias	<p>Diagnosticar as possíveis problemáticas atuais ou potenciais. Identificar os agentes causadores, determinar os possíveis inter-relacionamentos entre os problemas que afetam as coleções.</p> <p>Verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quais tipos de riscos as coleções estão expostas, agora e no futuro. • Quais condições e fatores ambientais contribuem para a deterioração (umidade excessiva, luz etc.) • Qual fator causador dos eventos de deterioração (por exemplo: falta de manutenção do edifício, vazamentos nos canos, janelas sem tela) <p>Identificar as estratégias de gestão ambiental adequadas às necessidades específicas da coleção, considerando as limitações impostas pelo clima, edifício e recursos institucionais.</p> <p>Desenvolver planos de implementação em ordem de prioridade, em relação a magnitudes de riscos para o acervo.</p>
4ª Fase: elaboração do relatório do diagnóstico	<p>Apresentação sistemática do relatório contendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os dados e análises. • Estratégias recomendadas. • Fases sugeridas para a implementação.

Fonte: FRONER, 2008.

O Projeto *Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos (CPBA)*, coordenado pela museóloga *Ingrid Beck* (1994) teve apoio técnico da organização norte-americana *Commission on Preservation and Access*, e patrocínio financeiro das fundações norte-americana *Andrew W. Mellon* e *VTTAE*. Participaram também a Fundação Getulio Vargas e o Arquivo Nacional.

Em 1997, o Projeto CPBA traduziu para o português 53 títulos, reunidos em 23 cadernos temáticos, sobre conservação preventiva de livros e documentos, filmes, fotografias e meios magnéticos. Estes artigos tratam sobre o controle das condições ambientais, a prevenção contra riscos e salvamento de coleções, armazenagem, conservação entre outros assuntos (BECK, 2001)²⁹. Ressalta-se para esta pesquisa o *Caderno técnico: Meio Ambiente*, cujo conteúdo desdobra-se sobre a influência da temperatura e umidade relativa na conservação para acervos de papéis; e o *Caderno técnico: Isopermas: uma ferramenta para o gerenciamento ambiental*. Esta metodologia quantifica os resultados relativos às condições ambientais para a preservação, especificamente temperatura e umidade relativa, sobre a expectativa de vida útil previstas para acervos em suporte de papel. O conteúdo será abordado mais detalhadamente no item 1.3 desta dissertação, ao tratarmos especificamente da T e U R.

O método de isopermas, com as devidas alterações, pode ser adaptado a outros materiais. Como é o caso do projeto *Image Permanence Institute (IPI)* referente à armazenagem de filmes em acetato. Escrito originalmente por James M. Reilly, foi traduzido pelo professor Luiz Cruz Souza e faz parte das publicações do CPBA - *Guia do Image Permanence Institute (IPI)*.

A formação através dos cursos de graduação, mestrado e doutorado têm incentivado pesquisas e ampliam a qualidade do profissional brasileiro. A recente tese de Willi de Barros Gonçalves (2013) intitulada *Métricas de Preservação e Simulações Computacionais como Ferramentas Diagnósticas para a Conservação Preventiva para Coleções, estudo de caso no Sítio Patrimônio Mundial de Congonhas* investiga o uso de simulações computacionais fluidodinâmicas aplicadas à conservação preventiva. O projeto foi desenvolvido na *Capela da Ceia*, no *Santuário Bom Jesus de Matosinhos*, em Congonhas, Minas Gerais, obra do ilustre escultor Antônio Francisco Lisboa, o Aleijadinho. A tese analisa as condições ambientais da capela, através de métodos das Ciências Exatas, perpassando por conteúdos de outras áreas de conhecimento, de modo a investigar os fatores de deterioração que incidem na obra que é patrimônio mundial.

Merece destaque o livro *Química aplicada à Conservação de Bens Culturais* do professor da UFMG, João Cura D'Ars de Figueiredo Júnior (2012), com abordagens específicas sobre os materiais constitutivos dos bens culturais e métodos de análise científica. Detalha ainda as propriedades químicas e físicas das tintas, vernizes, solventes, adesivos e consolidantes,

²⁹ <http://www.arqsp.org.br/cpba/>. Acesso em 02 de março de 2015.

materiais do dia a dia de um laboratório de restauro. Apresenta os processos químicos presentes na deterioração de objetos e nos procedimentos de restauração. No primeiro capítulo do livro o autor introduz conceitos básicos de química, no intuito de preparar conceitualmente o leitor para os próximos capítulos mais específicos.

1.3 A Conservação arquitetônica

Na composição desta dissertação os conceitos e metodologias para a conservação e restauro de bens arquitetônicos são importantes para a contextualização do MARLS, cuja edificação é tombada na esfera municipal. Nesta perspectiva, foi necessário buscar os conceitos formadores da deontologia aplicada à esta área, passando pelo processo histórico e filosófico que compõe campo multidisciplinar de preservação de bens edificados.

A princípio, o interesse pela preservação arquitetônica residia nos monumentos históricos, ditos excepcionais pela singularidade e monumentalidade. No cenário mundial, dois momentos históricos influenciaram na preservação do objeto arquitetônico: a Revolução Francesa (1789), que apesar de produzir intenso vandalismo nos prédios históricos, estimulou o interesse público e suscitou a intervenção do estado nas políticas de salvaguarda; e a Revolução Industrial que contribuiu tanto para a degradação ambiental, quanto para a conscientização da relevância dos valores estéticos dos monumentos. O status adquirido pelo monumento arquitetônico, com o advento da era industrial, pode ser "definido por um conjunto de determinações novas e essenciais, relativo à hierarquia de valores, de que o monumento histórico é revestido, suas delimitações espaço-temporais, seu estatuto jurídico e seu tratamento técnico" (CHOAY, 2006, p. 126).

Percebe-se assim, em toda Europa, discussões sobre metodologias de conservação e restauro. Os responsáveis pelas discussões e elaboração de conceitos eram os arquitetos, historiadores, curadores, e demais profissionais ligados ao campo patrimonial.

A segunda metade do século XIX concebe duas vertentes antagônicas em relação à prática da restauração: de um lado encontramos Eugène-Emmanuel Viollet-le Duc, e de outro encontramos, William Morris e John Ruskin. Viollet-le-Duc, considerado um dos arquitetos restauradores responsáveis pela reconstrução de muitos monumentos, acredita que a restauração como imitação e reconstrução no estilo do original é permissível e utiliza como parâmetros padrões estéticos firmemente estabelecidos (...) O grupo oponente, encabeçado por William Morris e John Ruskin, escreveu em agosto de 1877 um manifesto de antirrestauração (...) Avessos à postura de Viollet-le-Duc, consideram que as complementações estruturais e as construções adjacentes destruíam o espírito original dos edifícios antigos. Esta postura

alimentou a corrente posterior, os puristas, que teve como precursor Camilo Boito (FRONER, 2001, p. 88-89, apud, VEIGA, 2013).³⁰

O arquiteto *Viollet-le-Duc* (1814-1879) executava suas intervenções muitas vezes corrigindo o projeto que parecia a ele defeituoso, pois acreditava que o conhecimento habilitava o restaurador, podendo este intervir radicalmente na obra. "Por outro lado, defendia a pesquisa detalhada sobre o objeto do restauro e a ampla documentação sobre as intervenções realizadas, princípios válidos até os dias atuais" (GRANATO, 2003, p. 4). Foi o arquiteto responsável por restaurar a *Notre Dame de Paris, Saint Chapelle, La Madeleine de Vézelay*, entre outros monumentos expressivos da época. Inspirou também trabalhos de restauração realizados em Florença, Veneza e Nápoles (CHOAY, 2006).

Ruskin (1819-1900, escritor e crítico de arte) sustentava que a arquitetura era essencial à memória, sendo um meio de ligação com o passado e a identidade coletiva. Segundo ele, podia-se perceber nas construções antigas o valor incorporado pelo trabalho das gerações anteriores, tanto nas obras simples e modestas quanto nas mais luxuosas. No seu livro publicado em 1849, *The Seven Lamps of Architecture*, o autor critica veementemente os procedimentos de restauração. "Para Ruskin e Morris, querer restaurar um objeto ou um edifício é atentar contra a autenticidade que constitui a sua própria essência" (CHOAY, 2006, p. 155).

Com postura questionadora, o arquiteto *Camilo Boito* (1836-1914), publicou em 1884 *Os Restauradores*. O livro apresenta o texto da Conferência feita na *Exposição de Turim*, em 7 de junho do mesmo ano. *Boito* estabeleceu critérios de restauração aceitos até hoje, como a mínima intervenção, catalogação e exatidão científica. Sua conclusão sobre as restaurações arquitetônicas apresentada na conferência foram:

1º - É necessário fazer o impossível, é necessário fazer milagres para conservar no monumento seu velho aspecto artístico e pitoresco;

2º - É necessário que os complementos, se indispensáveis, e as adições se não podem ser evitadas, demonstrem não ser obras antigas, mas obras de hoje (BOITO, 2003, p. 60-61).

Camilo Boito é considerado um teórico equilibrado em suas postulações. Emprega argumentos relacionados às teorias de *Viollet-le-Duc*, defendendo a prioridade do presente em relação ao passado, afirmando assim a legitimidade da restauração. Pondera ainda, que

³⁰ FRONER, Yacy-Ara. Os domínios da memória. 2001. 513f. Tese (doutorado). Universidade de São Paulo.

esta deve acontecer apenas quando se esgotarem os recursos de manutenção, consolidação e demais reparos. Porém, sobre o conceito de autenticidade, este autor se volta aos princípios de *Ruskin* e *Morris*, afirmando que o histórico da obra deve ser respeitado, incluindo os acréscimos ocorridos ao longo do tempo. Dessa maneira, consegue extrair o melhor das teorias antagônicas de *Le-Duc* e *Ruskin*, "estabelecendo fundamentos críticos da restauração como disciplina" (CHOAY, 2006, p. 167). Boito apresentou no *Congresso dos Engenheiros e Arquitetos Italianos*, ocorrido em Roma no ano de 1883, sete princípios para a intervenção em monumentos históricos:

1. ênfase no valor documental dos monumentos, que deveriam ser preferencialmente consolidados a reparados e reparados a restaurados;
2. evitar acréscimos e renovações, que, se fossem necessários, deveriam ter caráter diverso do original, mas não poderiam destoar do conjunto;
3. os complementos 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;
4. as obras de consolidação deveriam limitar-se ao estritamente necessário, evitando-se a perda dos elementos característicos ou, mesmo, pitorescos;
5. respeitar as várias fases do monumento, sendo a remoção de elementos somente admitida se tivessem qualidade artística manifestamente inferior à do edifício;
6. 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 encaminhadas ao Ministério da Educação;
7. colocar lápide com inscrições para apontar a data e as obras de restauro realizadas (BOITO, 2003, p. 21).

A teoria do historiador de arte e conservador de museu vienense, *Alois Riegl* (1858-1905), foi publicada no início do século XX: *O culto moderno dos monumentos*³¹. Riegl trata a valorização dos monumentos sob a ótica da atribuição de valores, afirmando que cada monumento pode ser inserido numa categoria – de rememoração ou de contemporaneidade –, onde cada uma demanda ações distintas de preservação (Riegl, 2014). Para Riegl, os critérios para a preservação dos monumentos seriam direcionados às obras com certa antiguidade e "simbolismo sentimental ou social e não apenas pela singularidade e excepcionalidade histórica ou artística" (GRANATO, 2013,P.4).

³¹ Título original: *Der modern Denkmalkultus*.

Gustavo Giovannoni (1873-1947, engenheiro e arquiteto) ampliou o conceito de conservação incluindo o entorno do monumento. *Giovannoni* manifestou-se contra as intervenções que realizavam acréscimos ou restauro de inovação. Em 1931 publicou *Enciclopédia Italiana di Scienza*, e em 1945 *Il Restauro dei Monumenti*. Estes trabalhos influenciaram a *Carta de Atenas* (1931), documento resultante do *Primeiro Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos de Monumentos Históricos*. Neste documento o conceito de patrimônio abarca valores mundiais (FRONER et al., 2008).

O belga *Paul Philippot* (1925 - 2016) e o italiano *Cesare Brandi* (1906 - 1988), juntos fundaram as bases teóricas do ICCROM (1956), influenciando toda uma geração a partir dos programas de treinamento e das atividades de cooperação estabelecidas pelo instituto. Ambos foram consultores da UNESCO e contribuíram de forma intensa para a redação das cartas, tratados e documentos elaborados nas convenções. "As décadas de cinquenta e sessenta foram inspiradas significativamente pela teoria desses cientistas, ancorada tanto nas Ciências Humanas quanto nas Ciências Exatas" (FRONER et al, 2008, p.6). Segundo *Brandi* a restauração seria "o momento metodológico do reconhecimento da obra de arte, na sua consistência física e na sua dúplici polaridade estética e histórica, com vistas à sua transmissão ao futuro" (BRANDI, 2004, p.30). As postulações de *Cesari Brandi* tratam os monumentos arquitetônicos como obras de arte, diferenciando os procedimentos de restauração. No caso da arquitetura deve-se respeitar primeiramente a estrutura formal. Defende a anastilose, afirmando porém, que esta só pode acontecer quando for possível desmontar o edifício pedra por pedra, e remontá-lo no mesmo local. Dessa maneira, o autor, preserva a relação local construído x objeto. Sobre esta afirmação sugere três proposições:

1. **absoluta ilegitimidade de decomposição de um monumento em lugar diverso daquele onde foi realizado**, dado que tal ilegitimidade deriva ainda mais da instância estética do que da existência histórica porque, com a **alteração dos dados espaciais de um monumento, chega-se a invalidá-lo como obra de arte;**
2. a degradação do monumento, decomposto e reconstituído em outro lugar, a falso de si mesmo obtido com os seus próprios materiais, pelo qual se torna ainda menos que uma múmia em relação à pessoa que foi quando foi viva;
3. **a legitimidade da decomposição e reconstituição** ligada apenas à salvaguarda do monumento, quando não for possível assegurar a sua salvação de outro modo, **mas sempre e somente em relação ao sítio** histórico onde foi realizado (BRANDI, 2004, p. 133-134, grifos nosso).

Este preceitos de *Brandi* são, no nosso entendimento, um prenúncio para a valorização do entorno, e também para a conservação preventiva dos monumentos, visto a complexidade das propostas de restauro.

Até 1960, o foco da conservação e restauração arquitetônica visava ainda os grandes edifícios religiosos e civis, e a metodologia na maioria das vezes, seguia ainda os princípios de *Viollet le-Duc*, "exceto nos casos em que, sob influência de certos arqueólogos, ela se volta para uma reconstituição cujo modelo a prática do desenho dos arquitetos e dos antiquários já sugerira, então, desde o início, para as antiguidades clássicas" (CHOAY, 2006, p. 172). Em 1964 um evento abre as portas para novos pensamentos. O ICOMOS, realiza em Veneza, o *II Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos de Monumentos Históricos* e redige a *Carta Internacional sobre a Conservação e a Restauração dos Monumentos e Sítios*, conhecida como *Carta de Veneza*. Segue em destaque alguns importantes apontamentos deste documento (Cury, 2004):

- A conservação exige manutenção constante.
- O monumento é inseparável da história de que é testemunho e do meio onde se encontra. O deslocamento só deve acontecer quando a medida for imprescindível para sua preservação.
- A restauração é uma operação de caráter excepcional e deve ser precedida de um estudo arqueológico e histórico do monumento.
- Podem ser empregadas técnicas modernas desde de que a eficácia destas seja comprovada cientificamente.
- Deve-se respeitar as contribuições de todas as épocas, não objetivando uma unidade estilística.
- Todo trabalho de reconstrução deve ser evitado, sendo recomendado somente a anastilose e os elementos de integração (acréscimos) devem ser reconhecíveis e empregados somente quando necessários para garantir condições de conservação e restaurar a continuidade de suas formas.
- A documentação dos trabalhos deve ser completa em todas as etapas dos trabalhos, sob forma de relatório e com fotografias, que devem ser mantidos nos órgãos públicos e disponíveis para pesquisadores.
- Estabelece a importância dos sítios urbanos e rurais como testemunhos de fases significativas de civilizações particulares, apontando para uma tendência marcante na segunda metade do século XX, que é a democratização da cultura. Esta ótica

altera as estruturas das instituições, pois estes conceitos são aplicáveis também as obras modestas com significação cultural.

Exemplificamos o emprego de alguns conceitos da *Carta de Veneza* nos trabalhos de preservação do templo de *Abul Simbel* e *Filae*, no Egito (iniciado em 1960 e finalizado em 1980). Em função da construção da represa de *Assuan*, que iria alagar completamente a região dos templos, e conseqüentemente destruí-los, a UNESCO, organizou o salvamento dos monumentos, através de uma campanha internacional. Os templos de *Abu Simbel* e *Filae* foram completamente desmontados, transportados e remontados em outro local. Esta ação foi inspiração para outras campanhas de salvamento, tais como a de Veneza, na Itália, a de *Moenjodaro*, no Paquistão e a de *Borobodur*, na Indonésia. Incentivou também a criação do *Programa do Patrimônio Mundial*, dedicado à proteção de sítios de excepcional valor universal (UNESCO, 2016). Este exemplo demonstra a **complexidade e a particularidade** que envolve a tomada de decisão nos procedimentos de preservação. Neste caso, a intervenção teve caráter completamente contrário ao conceito de mínima intervenção e "do caráter ilegítimo de decomposição de um monumento em lugar diverso daquele onde foi realizado". A única alternativa para se manter a obra seria a sua transposição. Por isso, é de suma importância, o conhecimento teórico e a interlocução entre os diversos órgãos de patrimônio para buscar soluções adequadas. As ações de conservação-restauração devem ter clareza nos procedimentos, e as justificativas para as intervenções pautadas na deontologia profissional, além da documentação impecável dos procedimentos. Ademais, evidencia-se que cada objeto demanda uma análise particular, ou seja, cada caso é um caso.

Apesar das análises particulares os procedimentos de conservação e restauro necessitam de normalizações e sistematizações. Neste segmento a *Carta de Burra* – Carta do ICOMOS da Austrália para a conservação dos sítios (1980) – apresenta as seguintes definições:

- o termo *bem* designará um local, uma zona, um edifício ou outra obra construída, ou um conjunto de edificações ou outras obras que possuem uma significação cultural, compreendidos, em cada caso, o conteúdo e o entorno a que pertence;
- a expressão *significação cultural* designará o valor estético, histórico, científico ou social de um bem para as gerações passadas, presentes ou futuras;
- *substância* será o conjunto de materiais que fisicamente constituem o bem;
- o termo conservação designará os cuidados a serem dispensados a um bem para preservar-lhe as características que apresentem uma significação cultural. De acordo com as circunstâncias, a conservação *implicará ou não a preservação ou a restauração*, além da manutenção; ela poderá, igualmente,

compreender obras mínimas de reconstrução ou adaptação que atendam as necessidades e exigências práticas;

- o termo *manutenção* designará a proteção contínua da substância, do conteúdo e do entorno de um bem e não deve ser confundido com o termo reparação. A reparação implica a restauração e a reconstrução, e assim será considerada;
- *preservação* será a manutenção no estado da substância de um bem e a desaceleração do processo pelo qual ele se degrada;
- *restauração* será o restabelecimento da substância de um bem em um estado anterior conhecido;
- a *reconstrução* será o restabelecimento, com máximo de exatidão, de um estado anterior conhecido, ela se distingue pela introdução na substância existente de materiais diferentes, sejam novos ou antigos. A reconstrução não deve ser confundida nem com a criação, nem com a reconstrução hipotética, ambas excluídas do domínio regulamentado pelas presentes orientações.
- *adaptação* será o agenciamento de um bem a uma nova destinação, sem a destruição de sua significação cultural;
- a expressão *uso compatível* designará uma utilização que não implique mudança na significação cultural da substância do objeto, modificações que sejam substancialmente reversíveis ou que requeiram um impacto mínimo (CURY, 2004, p. 247-248).

Estas definições apresentadas colocam os procedimentos numa perspectiva mais dinâmica, estimulando também uma maior integração entre preservação e políticas públicas de desenvolvimento. Seguindo estes preceitos, a *Declaração de Amsterdã* (1975) coloca o conceito de conservação integrada, como objetivo central do planejamento urbano e regional (CASTRIOTA, 2009).

O ICOMOS publicou em 2003 *As Recomendações para a Análise, Conservação e Restauo estrutural do Patrimônio Arquitetônico*, indicando procedimentos de conservação e restauro. Mas alerta que as normas apresentadas não podem, de forma alguma, substituir o conhecimento específico adquirido em publicações culturais e científicas, e ressalta:

As estruturas do patrimônio arquitetônico, pela sua natureza e história intrínsecas (material e constituição), apresentam desafios específicos no diagnóstico e restauro que limitam a aplicação dos regulamentos e normas atuais sobre construções. As recomendações são não só desejáveis como, também, necessárias, de modo a estabelecer metodologias de análise racionais e métodos de intervenção apropriados ao contexto cultural (ICOMOS, 2003).

Esta declaração sugere que os trabalhos devem incluir uma equipe multidisciplinar, respeitar a diversidade cultural e valorizar a construção histórica como um produto único, específico de seu tempo e local. Orienta ainda a observância da mudança de uso e as implicações na segurança e conservação, a execução de exames minuciosos para identificar

as causas de deterioração, intervenções executadas visando mínimo impacto e uma avaliação do benefício e prejuízo em função do patrimônio arquitetônico.

Em a *Teoría Contemporánea de la Restauración* (2003), Viñas interpelou as teorias formuladas anteriormente, as quais denominou de "clássicas", colocando a questão: o que, para que e para quem conservar. No texto a autor reflete sobre a função e o significado dos objetos em relação ao seu grupo de pertencimento, pontuando que a restauração deve ser feita levando em conta as pessoas para os quais os objetos significam algo, ou seja, cumprem uma função essencialmente simbólica e documental. Desloca o conceito de **reversibilidade** tratado pela teoria clássica para **retratabilidade**. Pontua ainda a importância da interdisciplinaridade e sustentabilidade.

Refletindo sobre a historiografia apresentada, observa-se cerca de 200 anos de percurso de estudos teóricos, englobando na atualidade uma variedade tipológica de objetos. Estas questões conceituais e o crescente número de objetos arquitetônicos valorizados são, portanto, desafios para o campo técnico da Conservação e Restauração de Bens Culturais. O aporte para os procedimentos adequados nas cartas patrimoniais, nas recomendações das instituições de salvaguarda, nas legislações, são fundamentais como instrumentos guias para os trabalhos, que devem ser criteriosamente avaliados e adaptados para o contexto de cada país.

As chamadas cartas patrimoniais são documentos – em especial aquelas derivadas de organismos internacionais – cujo caráter é indicativo ou, no máximo, prescritivo. Constituem base deontológica para as várias profissões envolvidas na preservação, **mas não são receituário de simples aplicação**. Para elaborar uma leitura fundamentada do documento, suas formulações devem ser entendidas em relação aos postulados teóricos da época em que foi produzida e aos desdobramentos do campo (KULH, 2010, p. 287, grifo nosso).

No quadro brasileiro as primeiras práticas de restauro arquitetônico decorrem das atividades desenvolvidas pelo do SPHAN, a partir da década de 1930, sob influência do arquiteto Lúcio Costa (1902-1998), considerado o líder da renovação arquitetônica nacional. O respeito deste arquiteto pelo barroco produzido no nosso período colonial, o qual considerava a genuína arquitetura brasileira, o levou a buscar a integração da modernidade com a tradição. "Nesse sentido, os arquitetos modernos brasileiros viam-se, na esteira das formulações de Lúcio Costa, muito mais continuadores da boa tradição construtiva forjada ainda na época da Colônia do que como agitadores vanguardistas" (CASTRIOTA, 2009, p. 72). O projeto pioneiro de Lucio Costa para o *Museu de São Miguel*

das Missões (1937), no Rio Grande do Sul, pode ser considerado uma das primeiras intervenções no patrimônio arquitetônico brasileiro (DANGELO; BRASILEIRO, 2008). Sobre este projeto, Cunha (2010) em sua tese de doutorado, relata o dilema de Lúcio Costa – reconstruir ou apenas consolidar as ruínas –, ao deparar-se com os vestígios da ocupação Jesuítica no *Sete Povos da Missões* (FIG. 4). O arquiteto opta por não recompor o monumento e recomenda cuidados com o risco de desmoronamento, devido às fragilidades das estruturas. Dessa maneira, não se empregaria o recurso da anastilose, recomendada pela carta de Veneza. Por outro lado, para as novas construções a serem realizadas, a casa do zelador e o museu, Lúcio Costa indica o uso de materiais provenientes das ruínas. Estes deveriam ser empregados na cobertura e estrutura das novas edificações, para que estas não destoem do restante do conjunto.

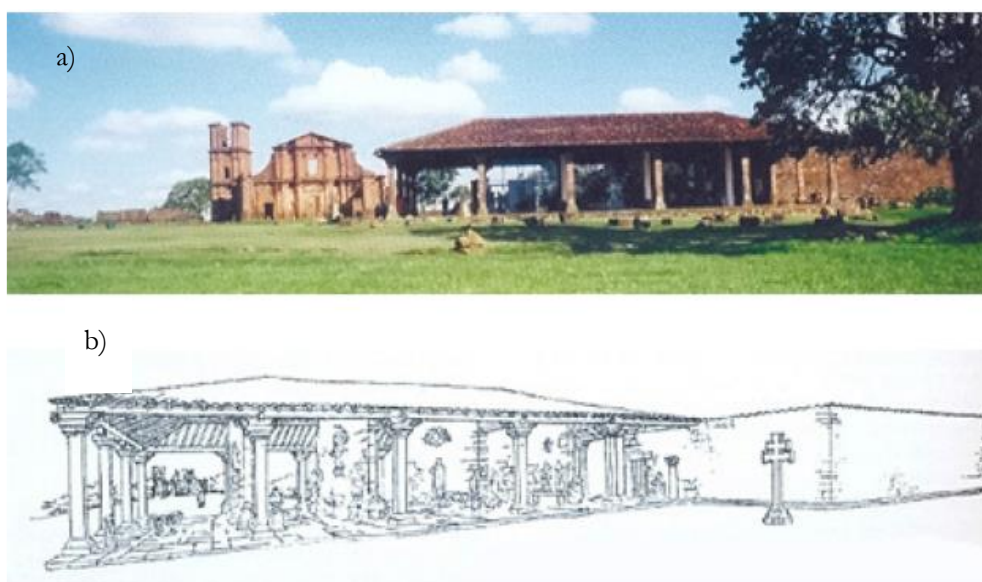


Figura 3 - Sete Povos das Missões
a) Ruínas de São Miguel; b) Projeto de Lúcio Costa
Fonte: MORI et al, 2006, apud CUNHA, 2010³²

O foco da valorização arquitetônica brasileira neste período acompanhava os princípios europeus, valorizando-se os monumentos de valor histórico e artístico, os edifícios chamados de "pedra e cal". Dessa forma, os conjuntos das cidades coloniais eram interesse principal nas medidas de salvaguarda. Este período ficou conhecido como a fase heróica do SPHAN, e corresponde aos primeiros anos de atuação sob a gestão de Rodrigo Melo Franco de Andrade, finalizando em 1967. Nesse momento ainda não se percebia nas

³² MORI, Victor Hugo et al. Patrimônio: atualizando o debate. São Paulo: 9ªSR/IPHAN, 2006.

obras de restauro uma avaliação crítica do monumento como documento histórico, porém esse era o início do processo teórico-metodológico brasileiro:

Assim, na visão acadêmica ligada à tradição das *beaux-arts*, uma ampliação, uma reforma ou o novo dentro de um conjunto deveria primar, acima de tudo, pela construção de uma nova unidade estilística, que produziria a contemplação do belo, receituário herdado do século XIX e ligado à formação eclética dos arquitetos desse período, bem como ligado ao restauro interpretativo de Viollet-Le-Duc, pouco importando o compromisso com a verdade histórica e estética original do edifício (DANGELO, 2008, p.10).

Assim sendo, as intervenções acabaram por não beneficiar as diversas fases históricas do monumento, desprezando muitas vezes parte da produção arquitetônica do século XIX e início do século XX. A remoção das platibandas e frontões dos edifícios ouropretanos, característicos da tímida evolução da cidade pós século XVII, exemplificam esta questão (MOTTA, 1987). O *Cine Vila Rica* passou por drástica transformação no seu estilo original em 1957, através da intervenção realizada por Lúcio Costa (FIG. 5 e 6). A retirada das estruturas foi justificada pela manutenção da unidade do conjunto arquitetônico da cidade (DANGELO, 2008). Ressalta-se que a cidade de Ouro Preto foi declarada Monumento Nacional em 1933, tombada pelo SPHAN em 1938 e proclamada patrimônio mundial pela UNESCO em 1980.

Polêmico também foi o projeto de Oscar Niemeyer para o *Grande Hotel de Ouro Preto*, cujo estilo modernista do edifício, em contraste com a arquitetura da cidade patrimônio foi questionado pela população e intelectuais da época. Este fato fez com que o SPHAN estabelecesse normas mais rígidas para aprovação de novas edificações, o que produziu o chamado "estilo patrimônio representado por construções contemporâneas que emulam velhas casas do século XVIII" (CASTRIOTA, 2009, p. 75).

Percebe-se na atuação do SPHAN em sua fase heróica um trabalho bem intencionado, mas desconectado com conceitos já estabelecidos na época. O término desta fase é marcado pela aposentadoria de Rodrigo Melo Franco e sua substituição por Renato Soeiro.



Figura 4 - Cine Vila Rica antes da restauração.
Fonte: Motta, 1987.



Figura 5 - Cine Vila Rica após a restauração.
Fonte: Motta, 1987.

A segunda fase é denominada de Fase Moderna. Caracteriza-se principalmente pelo compartilhamento das responsabilidades, em relação à preservação do patrimônio cultural entre o SPHAN (que a partir da década de 1970 se torna IPHAN), com outros órgãos e agentes de proteção. Já no início desta nova administração, encontros importantes foram realizados, visando ampliar as discussões sobre conceitos e metodologias de intervenções. Em 1970 aconteceu o *Compromisso de Brasília* e no ano seguinte o *Compromisso de Salvador*. Nestes encontros governadores, secretários, prefeitos, presidentes e representantes de instituições culturais discutiram ações e iniciativas para a preservação do Patrimônio Nacional. Como resultado destes encontros foi organizado um curso de especialização em restauração arquitetônica, envolvendo uma parceria entre o IPHAN, a Faculdade de

Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo e o Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico. O objetivo era a formação de especialistas para trabalhar nas unidades dos órgãos de patrimônio. Curiosamente, ao ministrar uma aula sobre os princípios teóricos de restauração, o arquiteto do IPHAN Augusto da Silva Telles percebeu desacordos, ao comparar as recomendações da Carta de Veneza com as intervenções executadas aqui no Brasil, visto que os métodos praticados aqui ainda priorizavam reconstituir a feição original dos monumentos, mesmo que a custo de remoções de estruturas que faziam parte do contexto histórico da obra (FONSECA, 2010).

Foram também instituídos na década 1970: o *Programa Integrado de Cidades Históricas* (PCH), criado com o objetivo de preservar os monumentos tombados e torná-los economicamente sustentáveis através da atividade turística; e o *Centro Nacional de Referência Cultural* (CNRC) – sob o comando de Aloísio Magalhães, com pretensão de conservar a tradição, e "revelar a diversidade cultural brasileira e assegurar que ela seja levada a sério no processo de desenvolvimento" (GONÇALVES³³, apud FONSECA, 2010, p. 108). A partir de então, o monumento começa a ser considerado como bem cultural e os centros históricos tratados conjuntamente com o desenvolvimento urbano. (KUHL, 2005). Como marco deste processo de desenvolvimento de políticas urbanas, temos a Constituição de 1988:

[...] introduzem-se na legislação brasileira novos instrumentos que permitem, pelo menos em tese, a formulação de políticas urbanas de moldes participativos, que incluam os diferentes atores e façam valer o direito de preempção, solo criado, operações urbanas consorciadas, transferência do direito social da propriedade – edificação compulsória, direito de construir, usucapião coletivo, estudo de impacto de vizinhança, entre outros. No entanto, cabe destacar, que tais mecanismos só passam a poder ser aplicados, de forma menos controversa, com a aprovação em 2001 do chamado "Estatuto da cidade" (Lei N. 10.257), que regulamenta esses instrumentos, além de estabelecer diretrizes gerais da política urbana nacional. Há hoje em nosso país um grande interesse na implantação de políticas inovadoras, que consigam superar as deficiências crônicas da nossa urbanização, marcada por um alto grau de exclusão e segregação social (CASTRIOTA, 2009, p. 169).

Resumindo as etapas que marcaram o início das ações de preservação até os dias atuais, podemos distinguir três modelos básicos, os quais Castriota (2009, p. 171) esquematiza no quadro abaixo:

³³ GONÇALVES, José Reginaldo dos Santos. A retórica da perda: os discursos do patrimônio cultural no Brasil. Rio de Janeiro: IPHAN/UFRJ, 1996, pp. 53.

Quadro 3: Modelos conceituais do processo de preservação

1º Modelo - Preservação	
Concepção de Patrimônio	<ul style="list-style-type: none"> • "Coleção de objetos" • Excepcionalidade • Valor histórico e/ou estético • Cultura erudita
Tipo de Objeto	<ul style="list-style-type: none"> • Edificações, estruturas e outros artefatos individuais
Marco legal	<ul style="list-style-type: none"> • Tombamento
Atores/ações	<ul style="list-style-type: none"> • Estado • Reações a casos excepcionais
Profissionais envolvidos	<ul style="list-style-type: none"> • Arquitetos e historiadores
2º Modelo - Conservação	
Concepção de Patrimônio	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliação • "Patrimônio ambiental urbano" • Valor cultural / ambiental • Cultura em sentido amplo / processo
Tipo de Objeto	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de edificações históricas, paisagem urbana e espaços públicos
Marco legal	<ul style="list-style-type: none"> • "Áreas de conservação"
Atores/ações	<ul style="list-style-type: none"> • Estado • Parte integral do planejamento urbano
Profissionais envolvidos	<ul style="list-style-type: none"> • Arquitetos, historiadores, planejamento urbanos
3º Modelo - Reabilitação / revitalização	
Concepção de Patrimônio	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliação • "Patrimônio ambiental urbano" • Valor cultural / ambiental • Cultura em sentido amplo / processo
Tipo de Objeto	<ul style="list-style-type: none"> • Grupos de edifícios históricos, paisagem urbana e espaços públicos
Marco legal	<ul style="list-style-type: none"> • Novos instrumentos urbanísticos
Atores/ações	<ul style="list-style-type: none"> • Papel decisivo da sociedade e da iniciativa privada, parcerias
Profissionais envolvidos	<ul style="list-style-type: none"> • Arquitetos, historiadores, gestores e planejadores urbanos

Fonte: CASTIOTA, 2009.

Quando se trata de bens imóveis tombados³⁴, tanto o IPHAN, quanto os órgãos estaduais e municipais, têm normas elaboradas e fiscalizam as intervenções. O *Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais* (IEPHA) elaborou o documento intitulado *Normas para Apresentação de Projetos de Restauração do Patrimônio Edificado*, contendo diretrizes e etapas para a realização de um projeto de restauro. O documento afirma que:

- a) A autenticidade do bem deve ser considerada dentro do contexto cultural a que pertence e qualquer intervenção deve respeitar os valores históricos contidos nos materiais, técnicas construtivas, aspectos estéticos e espaciais.
- b) As intervenções devem procurar manter maior quantidade possível de materiais originais e na impossibilidade deverão ser utilizados outros tecnicamente compatíveis com os existentes. As alterações devem ser executadas com possibilidade de serem reversíveis, eliminadas ou substituídas no futuro, sem prejuízo para o bem cultural.
- c) A escolha dos serviços, materiais e técnicas especificados nos projetos de Restauração devem garantir compatibilidade com o objeto da intervenção, mantendo também as características de suas contemporaneidades. Deverá ser considerado o desempenho dos materiais e técnicas ao longo do tempo.
- d) Para a preservação de um Bem os usos deverão ser compatíveis com a vocação do mesmo.
- e) O valor do patrimônio está na integridade dos elementos que o compõem e ele é parte integrante da paisagem física e cultural que o circunda (IEPHA, 2014, p.2).

O mesmo documento faz distinção entre as diversas ações:

Conservação - conjunto de ações destinadas a prolongar o tempo de vida de determinado Bem cultural. Engloba um ou mais tipos de intervenções.

Manutenção - conjunto de operações preventivas destinadas a manter em bom funcionamento e uso, em especial, a edificação. São exemplos: inspeções rotineiras, a limpeza diária ou periódica, pinturas, imunizações, reposição de telhas danificadas, inspeção nos sistemas hidrosanitário, elétrico e outras.

Reparação - conjunto de operações para corrigir danos incipientes e de pequena repercussão. São exemplos: troca ou recuperação de ferragens, metais e acessórios das instalações, reposição de elementos de coberturas, recomposições de pequenas partes de pisos e pavimentações e outras.

Reabilitação - conjunto de operações destinadas a tornar apto o edifício a novos usos, diferente para o qual foi concebido.

³⁴ Sobre Legislação e Tombamento indica-se consultar: MIRANDA, Marcos Paulo de Souza. *Lei do Tombamento comentada. Doutrina, Jurisprudência e Normas complementares*. Belo Horizonte: Del Rey, 2014.

Reconstrução - conjunto de ações destinadas a restaurar uma edificação, ou parte dela que se encontre destruídas ou em risco de destruição, mas ainda não em ruínas. A reconstrução é aceitável em poucos casos especiais e deve ser baseada em evidências históricas ou documentações indiscutíveis. São exemplos: as edificações destruídas por incêndios, enchentes, guerra, ou, ainda, na iminência de serem destruídas, como no caso de construção de barragens.

Restauração ou Restauro - conjunto de operações destinadas a restabelecer a unidade da edificação, relativa à concepção original ou de intervenções significativas na sua história. O restauro deve ser baseado em análises e levantamentos inquestionáveis e a execução permitir a distinção entre o original e a intervenção. A restauração constitui o tipo de conservação que requer o maior número de ações especializadas.

Revitalização - conjunto de operações desenvolvidas em áreas urbanas degradadas ou conjuntos de edificações de valor histórico de apoio à "reabilitação" das estruturas sociais, econômicas e culturais locais, procurando a consequente melhoria da qualidade geral dessas áreas ou conjuntos urbanos.

Projeto Básico - conjunto de elementos e informações necessárias e suficientes, com nível de precisão adequado para caracterizar a intervenção, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e executiva do sistema proposto.

Projeto Executivo - definição de todos os detalhes construtivos ou executivos, necessários e suficientes à execução do sistema proposto (IEPHA, 2014, p. 3).

Diante do exposto, entende-se que as intervenções visando a preservação arquitetônica, passam pelo estudo teórico que favorece a técnica, pela legislação e conhecimento das normas estabelecidas pelos departamentos de patrimônio, e principalmente pelo entendimento e respeito às referências culturais do objeto. As ações dependem da cooperação conjunta dos profissionais, da comunidade e do apoio das instituições públicas e particulares. Ademais, o uso do imóvel é outro fator preponderante, pois, de acordo com Rodrigo Melo Andrade (1986)³⁵ "o uso adequado favorece a preservação".

1.4 Patrimônio arqueológico: musealização e conservação

As coleções museais se desenvolveram, ao longo do tempo, em proximidade com a arqueologia. Como já pontuado nesta pesquisa, os artefatos de natureza arqueológica integravam os gabinetes de curiosidades, antiquários e galerias desde o século XVI. "O

³⁵ Comentário feito por Rodrigo Andrade por ocasião da Mesa redonda sobre Patrimônio edificado, realizada em 30/10/1986 na sede da Fundação Pró-Memória, da qual participaram também técnicos do SPHAN, e demais profissionais da área de patrimônio. Material disponível na Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nº 22.

processo de colonização que a Europa implantou em diversos continentes, bem como as conquistas napoleônicas, foram responsáveis pelo acúmulo desse segmento patrimonial em algumas instituições e/ou coleções privadas" (BRUNO, 1999, p.40).

A Arqueologia, disciplina que se caracteriza como um projeto de ciência da cultura material tem parceiros entre as áreas do conhecimento que surgiram com a necessidade de compreensão do universo material que circunda o homem e que floresceram a partir do estabelecimento de processos de coleta e classificação de vestígios ou espécimes, como a Antropologia, a Geologia, a Zoologia, a Botânica, a Etnologia. Tais disciplinas vincularam seu desenvolvimento à criação de instituições capazes de guardar estes acervos e de responsabilizarem-se pela manutenção de sua materialidade e, mais recentemente, pela devolução social do conhecimento por elas produzido: os museus (CÂNDIDO, 2004, p.14).

Uma das definições para *Museologia* sugeridas pelo ICOM é a de *Henri Rivière* (1981) que a considera como uma ciência que estuda a história dos museus e do seu papel na sociedade, nas suas formas específicas de "pesquisa e de conservação física, de apresentação, de animação e de difusão, de organização e de funcionamento, de arquitetura nova ou musealizada, nos sítios herdados ou escolhidos, na tipologia, na deontologia" (RIVIÈRE, 1981³⁶, apud DESVALLÉES, 2003, p.61).

A partir destes conceitos, pode-se então, estabelecer uma correlação entre os dois campos de conhecimento, pois enquanto a *Arqueologia* "trabalha com o mundo dos objetos e das relações sociais relacionadas à produção, uso e descarte desses objetos", a *Museologia*, compreende, teoriza e sistematiza a "relação entre homem – objeto em um cenário" (MORAES, 2009, p. 222.). Como a Arqueologia é uma ciência ligada ao desconhecido, normalmente causa um fascínio que atrai o interesse público. O objeto arqueológico exposto em museus, precisa estar inserido num contexto, para favorecer a comunicação com o visitante. A correta divulgação sobre os objetos depende do diálogo entre os arqueólogos e museólogos. O material referente aos objetos recuperados nas escavações deve ser disponibilizado pelos profissionais responsáveis, e estudado pelos técnicos do museu, para que o discurso museográfico seja correto. Esta ação evita

³⁶ RIVIERE, G. H., 1981. "Muséologie", incluído em Riviere, G.h. *et alii.*, 1989, *La muséologie selon Georges Henri Rivière*, Paris, Dunod.

descontextualizações e perda de potencial histórico e étnico (RENFREW; BAHN, 2004³⁷, apud RIBEIRO, 2012).

Se, portanto, a *Museologia* possibilita o acesso, e toda forma de exposição deve estar comprometida não apenas com a extroversão, mas também com a preservação do objeto, o aporte na *Conservação de Bens Culturais* se faz necessário. Os artefatos arqueológicos demandam cuidados logo a partir da sua descoberta. Estes cuidados incluem a documentação e registros nos sítios, e as primeiras medidas que irão garantir a sua estabilidade física. Uma forma ideal de trabalho são ações conjuntas entre arqueólogos, conservadores e museólogos, visando sistematizar a proteção dos objetos, desde a coleta até o acondicionamento final. Campos e Solórzano (2007) apontam a importância de procedimentos de conservação, citando o exemplo de objetos metálicos:

O arqueólogo ao expor o artefato às diferentes condições, torna-se um agente acelerador, do processo de corrosão, contribuindo para a destruição desse artefato. Essa evidência corrobora a **necessidade de considerar a conservação como uma etapa relevante para a pesquisa arqueológica**. É necessário, portanto, **empregar técnicas de conservação com objetivos científicos**, para manter os artefatos em condições de que se possa preservar o maior número possível de informações a serem recuperadas pelo arqueólogo. Dessa forma, **esses materiais estariam protegidos para posteriores estudos, por meio de novas técnicas e abordagens, assim como para exposição dessas peças em museus**. Ressalta-se, então, a importância da pesquisa e da conservação desses objetos. para que se realize a conservação de uma forma correta, é necessário o prévio conhecimento do material e das técnicas utilizados para a confecção do artefato (CAMPOS, SOLÓRZANO, 2007, p. 194-195, grifos nosso).

Particularmente, sobre procedimentos de conservação, distingui-se os exames para identificar o tipo de material, como ele pode ter sido afetado pelo tempo que ficou enterrado e pelo processo de escavação. O artefato arqueológico deve ser tratado para que possa ser manuseado, estudado e armazenado. O acondicionamento é considerado uma conservação passiva, a forma correta de guarda assegura a estabilidade do artefato. Os registros devem acompanhar os objetos permanentemente, e ficarem sempre acessíveis, informando as condições e detalhes da escavação, o contexto arqueológico e os primeiros procedimentos de conservação. A documentação completa deve apresentar o diagnóstico do estado de conservação e a metodologia de intervenção (quando realizada), além de recomendações sobre o manuseio, embalagem, armazenamento e condições para exposição

³⁷ RENFREW, C; BAHN, P. *Archeology: Theories, Methods and Practices*. Londres:Thames &Hudson, 2004.

(THOMPSON, 1984). A figura 7, esquematiza a relação entre a *Arqueologia*, a *Museologia* e a *Conservação de Bens Culturais*.

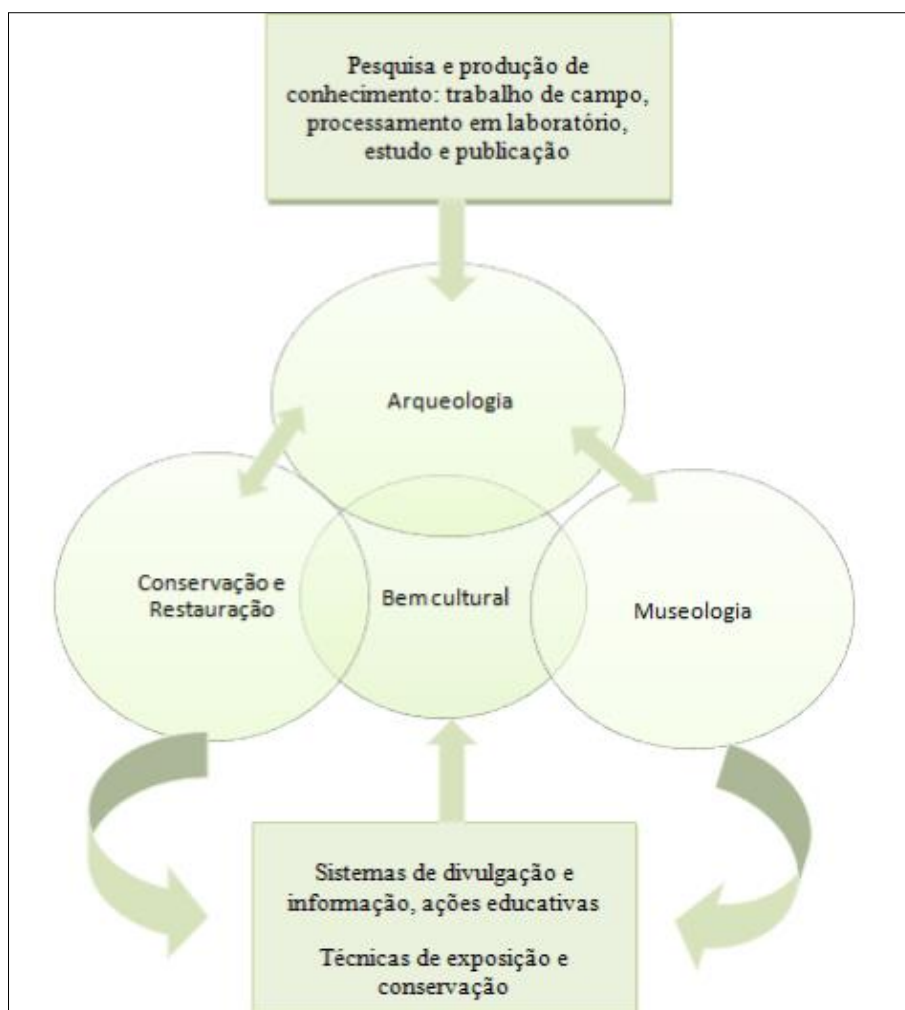


Figura 6: Relação entre a Arqueologia a Museologia e a Conservação de Bens Culturais

Fonte: arquivo pessoal

O quadro 4 resume os estudos organizados pelo *Museums & Galleries Commission*³⁸, sobre os parâmetros ambientais adequados para as diversas tipologias de artefatos arqueológicos. O acervo do MARLS encontra-se incluído nas categorias de materiais orgânicos e inorgânicos (destacados no quadro 4).

³⁸ Museums & Galleries Commission é uma instituição inglesa, criada em 1931 com a missão de promover a melhoria e inovações na área de museus, arquivos e bibliotecas.

Quadro 4 - Parâmetros de T e UR para exposição e armazenagem de artefatos arqueológicos

Material	T°C ¹	UR %	Microclima ³	Deterioração
Metais (não ferrosos)	18° ²	50% (parte de	Menos de 35%	Embassamento de superfícies polidas
	Mínimo 10°C	coleções mistas)		
Metais (ferrosos)	Máximo 25°C	35% coleções de metal	Não se aplica	Pulverulência
	Idem acima	50% (parte de coleções mistas)	Menos de 15%	Corrosão
	Idem acima	35% coleções de metal	Não se aplica	Umedecimento , craquelamento
	Idem acima	50% (parte de coleções mistas)	Seguir recomendações ⁴	Mofos, fungos, empenamentos e descamações
Materiais orgânicos (couro, ossos, madeira, etc)				
Materiais encharcados e armazenados em locais úmidos	10% (o mais frio mas sempre sem congelamento)	Não se aplica	100%	Fragilização, encolhimento, contração, ressecamento, perda de adesivos, branqueamento, perda de coloração
Materiais inorgânicos	18°C	50% (parte de coleção mista)	Seguir recomendações	Cerâmica: descamação do esmalte, pulverulência. Vidro exsudação ou <i>weeping</i> , iridescência, opacidade e rachaduras
Compostos (ex. metais e orgânicos)	Seguir recomendações. O clima deverá ser determinado pela parte mais instável ou arqueologicamente mais relevante do objeto.			

Notas: 1. Os parâmetros recomendados nesta tabela devem servir como guia para as instituições, que devem verificar a aclimação dos objetos. O uso dos instrumentos medidores é importante e estes devem ser calibrados. Todos os esforços devem ser feitos para reduzir as variações de UR ao mínimo.

2. Esta T atende aos requisitos de conforto humano. Não deve ser excedida e, sempre que possível, a T deve ser mantida abaixo deste nível. Quanto menor a T, menor a taxa de deterioração dos materiais.

3. Quanto maior a T maior a flutuação de UR. Indica a necessidade de microclima (em alguns casos a T pode ser ajustada para controlar a UR).

4. O microclima deve ser considerado no caso de materiais instáveis.

Fonte: Museums & Galleries Commission, 1992.

Tradução nossa.

É importante contextualizar que tanto a *Arqueologia*, quanto a *Museologia* e a *Conservação de Bens Culturais* têm uma responsabilidade conjunta, para além dos objetos em si, pois, estes têm o valor agregado de referência cultural. O artefato ao entrar no museu, já está inserido na categoria de bem cultural e protegido pela legislação, conforme prevê a Lei Federal Nº 3.924 de 26 de julho de 1961 sobre monumentos arqueológicos e pré-históricos:

Art. 1º - Os monumentos arqueológicos ou pré-históricos de qualquer natureza existentes no território nacional e todos os elementos que neles se encontram ficam sob a guarda e proteção do Poder Público, de acordo com o que estabelece o art. 175 da Constituição Federal.

Parágrafo único - A propriedade da superfície, regida pelo direito comum, não inclui a das jazidas arqueológicas ou pré-históricas, nem a dos objetos nelas incorporados na forma do art. 152 da mesma Constituição.

Art. 2º - Consideram-se monumentos arqueológicos ou pré-históricos:

a) as jazidas de qualquer natureza, origem ou finalidade, que representem testemunhos de cultura dos paleoameríndios do Brasil, tais como sambaquis, montes artificiais ou tesos, poços sepulcrais, jazigos, aterrados, estearias e quaisquer outras não especificadas aqui, mas de significado idêntico a juízo da autoridade competente; o (BRASIL, 1961).

Dessa forma, o museu que possui a tutela de coleções arqueológicas, responde ao IPHAN³⁹, órgão responsável e fiscalizador federal, pela guarda e preservação deste acervo. O comprometimento da instituição museal é grande, uma vez que tem a tripla responsabilidade: a primeira frente ao órgão federal (incluindo as demandas legais envolvidas), a segunda com o objeto (compreendendo principalmente a valorização, conservação e segurança), e terceira com o público (visando a divulgação e promovendo a cidadania e a valorização da diversidade cultural).

1.6 O edifício, o clima e a preservação de acervos

Os abrigos como estrutura de proteção acompanham a história civilização humana desde os primórdios. Estas estruturas naturais e, posteriormente construções executadas pelos homens, visam a segurança frente às adversidades climáticas, calor, frio, chuva, etc., além da segurança dos ocupantes em relação aos confrontos com demais seres vivos. O grau de proteção vai depender, entre outros aspectos, da técnica construtiva do edifício e sua

³⁹ Para mais informações sobre as dimensões normativas, orientativas e fiscalizadoras do IPHAN acerca do patrimônio arqueológico, consultar: BASTOS, Rossano Lopes; SOUZA, Marise Campos de. *Normas e Gerenciamento do Patrimônio Arqueológico*. São Paulo: IPHAN, 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/3634545/Normas_e_Gerenciamento_do_Patrim%C3%B4nio_Arqueol%C3%B3gico.

localização (COBERLA; YANNAS, 2003). A figura 8 esquematiza a inter-relação entre ambiente externo e interno.

A arte da construção acompanha o desenvolvimento da indústria de materiais e técnicas construtivas. Após a segunda guerra mundial a introdução de novas metodologias neste universo, contribuiu para a implementação de procedimentos que acabaram suprimindo o ideal arquitetônico de conforto ambiental natural. A tecnologia trouxe novos recursos construtivos, não tão ambientalmente adequados no sentido da ecologia e sustentabilidade (COBERLA; YANNAS, 2003). Surgem, a partir daí, também os dispendiosos sistemas de climatização para "resolver" o problema de desconforto ambiental interno. Gonçalves (2013) afirma que esta tendência é característica do século XX, e muitos museus, arquivos e bibliotecas, ainda empregam sistemas artificiais ativos de controle climático, ao invés de buscar recursos passivos ou híbridos⁴⁰.

Diante do exposto, têm-se a indagação: como o edifício pode funcionar como estrutura protetora para acervos, qual condição "confortável e segura" para as coleções?

O edifício do museu e sua coleção são um todo; não podemos separá-los. O edifício do museu pode suavizar, ou agravar, as condições climáticas externas. O edifício do museu funciona como um envelope, como um escudo, é a primeira barreira de proteção da coleção. Mas se ele não for pensado e construído de maneira adequada, ele pode piorar tais condições externas (TOLEDO, 2010, p. 73).

Em muitas casos, o edifício não foi construído especificamente para ser um museu, mas a utilização foi adaptada para tal função. No caso de prédios históricos, muitos deles conseguem através da sua própria técnica construtiva, minimizar o impacto do clima externo. Ao elaborar um projeto expográfico, ou mesmo analisar situações existentes, o profissional da área tem a possibilidade de determinar áreas adequadas de acondicionamento dos objetos, empregando recursos do campo da arquitetura tais como, análise do comportamento térmico dos materiais de construção, sistemas de vedação, orientação da implantação do edifício quanto aos recursos naturais, fontes de poluição do ar, etc. Pode-se também, avaliar a questão da ventilação, implementando o controle das aberturas, a partir de um programa de estudo ambiental. Importante observar que as janelas além da função de ventilação e iluminação, deve prover a segurança e evitar entrada de

⁴⁰ Sistemas passivos são aqueles que empregam recursos naturais com uso de técnicas que dispensam ou minimizam o consumo de energia elétrica. São também chamados de bioclimáticos. Os sistemas ativos dependem de um consumo energético e os híbridos conjugam os ativos e passivos (GONÇALVES, 2013).

pequenos animais e insetos (GONÇALVES, 2013). Acrescentamos, ainda, o elemento sustentabilidade, que não pode ser excluído nas tomadas de decisões atuais.

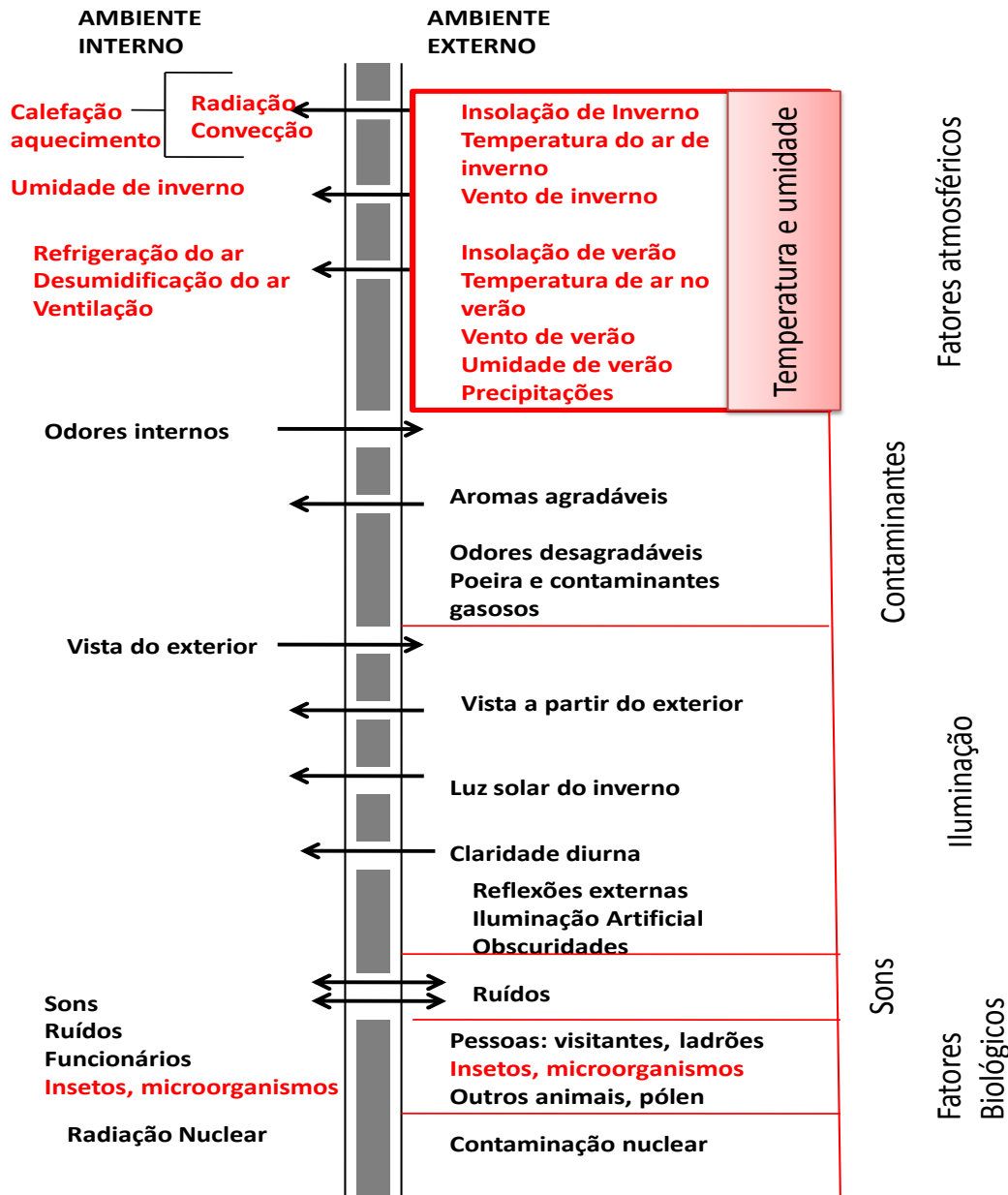


Figura 7 - Representação da interação ambiente externo x interno.
 Fonte: FIELDDEM ⁴¹, 2003; apud HERRÁEZ, 2014.

⁴¹ FIELDEN, Bernard. *Conservation of History buildings*. London: Butterworth - Heinemann, 2003.

Toledo (2010) sugere o seguinte esquema para análise do edifício e da sua coleção:

1. Iniciar com avaliação da coleção, estado de conservação e análise da vulnerabilidade.
2. Análise do edifício: detalhamento arquitetônico, plantas, cortes etc.
3. Investigação in loco de áreas com possíveis infestações biológicas.
4. Monitoramento interno e externo para efeito de comparação e conhecimento do efeito higrotérmico do edifício.
5. Estimativa de riscos relacionados à infiltrações, inundações e riscos de incêndio.

O estudo deve, portanto, relacionar climatologia e arquitetura, caracterizando os elementos que atuam no ambiente e podem interferir na conservação preventiva do acervo, a saber:

- a radiação solar;
- a temperatura;
- a umidade relativa ;
- o movimento do ar;

A problemática de adequação ambiental expositiva em locais de clima quente e úmido foi tema do projeto desenvolvido pelo GCI *Alternative Climate Controls for Historic Buildings* (2003-2010)⁴². O objetivo principal residiu no controle da infestação biológica, através da melhoria da condição ambiental, especificamente no controle da umidade relativa. O projeto determinou a aplicação de estratégias alternativas para sistemas de condicionamento de ar, que resultassem em controle climático interno, sem uso de equipamentos de ar condicionado convencional. O controle ambiental proposto empregou ventilação, aquecimento ou desumidificação do ar. Priorizou a mínima intervenção para a montagem dos equipamentos, custo reduzido de instalação e manutenção. Duas instituições brasileiras participaram do projeto, ambas coordenadas por Shin Maekawa:

1. *Alternative Climate Controls for Historic Buildings* (2003-2010) para o Museu Casa de Rui Barbosa (MCRB)⁴³, localizado no Rio de Janeiro. O projeto foi realizado através da parceria do GCI, a FCRB e a Fundação VITAE. O procedimento adotado foi resultado do diagnóstico realizado envolvendo o edifício, a tipologia do acervo e o ambiente expositivo. Nesta avaliação a arquiteta da FCRB, Cláudia de Carvalho identificou problemas nas esquadrias do edifício, além de constatar que reformas indevidas na estrutura original

⁴² http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/ Acesso em 02 de junho de 2015.

⁴³ http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/climate_component4.html (acesso em 5 de julho de 2015)

acabaram alterando recursos que promoviam o conforto térmico e protegiam o interior das salas contra ação da umidade. O projeto do GCI estabeleceu um controle climático no porão para insuflação do ar filtrado e limpo, mantendo a T entre 22°C e 28°C e a UR entre 60% e 65%. No ático, o sistema de ventilação reduziu a acumulação de calor por meio de um exaustor. A instalação dos dutos no ático e porão não causaram impacto visual. A estratégia empregada foi tecnicamente simples, resistente e econômica, e obteve resultado final satisfatório tanto para o acervo quanto para os visitantes (MAEKAWA, 2007, p. 237-239). A figura 9, apresenta o esquema de ventilação forçada empregado.

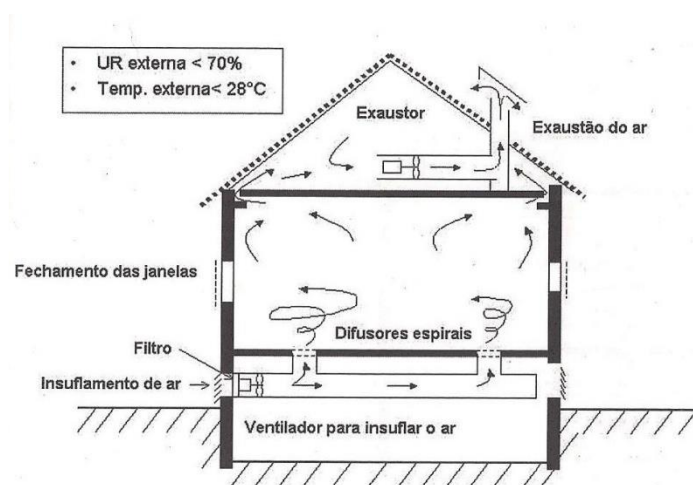


Figura 8 - Esquema de ventilação forçada na FCRB
Fonte: MAEKAWA, 2007.

A figura 10 apresenta o esquema de desumidificação.

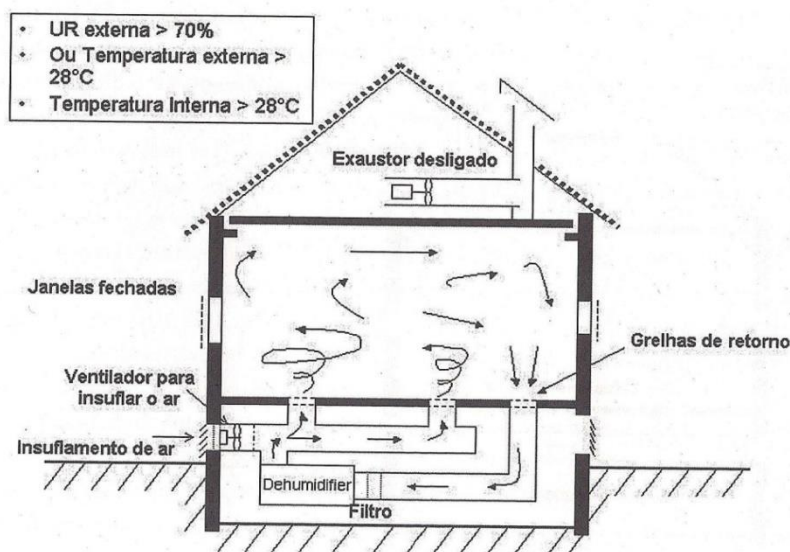


Figura 9 - Esquema de desumidificação na FCRB

Fonte: MAEKAWA, 2007.

2. *Alternative Climate Controls for Historic Buildings* (2003-2010) para o *Museu Paranaense Emilio Goeldi*⁴⁴, localizado em Belém. O projeto foi desenvolvido para a exposição da coleção etnográfica do museu e teve a participação da pesquisadora brasileira Franciza Toledo. Como a maior ameaça ao acervo consistia no ataque de fungos e bactérias, e uma vez que o clima na região é bastante quente e úmido, objetivou-se promover uma ventilação e desumidificação do ar através de ventiladores e desumidificadores portáteis, mantendo umidade relativa abaixo de 60% , prevenindo assim a contaminação biológica. O novo sistema substituiu o aparelho de ar condicionado existente, que apresentava-se ineficiente em questão de controle de UR e T para o acervo, além do problema de alto consumo energético e ocasionais falta de energia, comum na região (MAEKAWA, 2007, p. 228).

O projeto privilegiou o controle de infestação por bactérias e fungos, mas não considerou o risco de deterioração química e mecânica, que podem ocorrer devido às temperaturas elevadas que são características do clima local, por considerar que este risco não era ameaçador (MAEKAWA e TOLEDO 2010). Porém, aconselha-se que novas e periódicas inspeções devam ocorrer, para a confirmação do estado de conservação dos objetos, frente à vulnerabilidades destes ao fator temperatura. Recentemente, foi apresentado no *III Encontro Luso Brasileiro de Conservação e Restauro* (2015) o artigo *Conservação Preventiva na Coleção Etnográfica do Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém, Pará, Amazônia, Brasil: Monitoramento e Análise de Condições Climáticas*. Na palestra apresentada ressaltou-se os procedimentos de monitoramento realizados pela instituição com foco na UR. Sobre o aspecto do estado de conservação dos objetos e a relação com os altos índices de T, a pesquisadora não entrou em detalhes, deixando em aberto esta importante questão.

O caminho contemporâneo de novas construções segue no sentido da Arquitetura Bioclimática, que deve ser praticada nos projetos para museus, arquivos e bibliotecas, visando a sustentabilidade de ações e proteção ao acervo. Gonçalves (2013) aponta as seguintes estratégias projetuais:

- (i) implantação e orientação (solar e em relação aos ventos dominantes);
- (ii) redução da carga térmica;
- (iii) ventilação natural ou forçada;
- (iv) adequação da posição, tamanho e tipo de aberturas;
- (v) uso de pilotis;
- (vi) áticos ventilados;

⁴⁴ http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/climate_component3.html (acesso em 05 de julho de 2015).

- (vii) dispositivos de sombreamento (para-sóis, galerias, varandas);
- (viii) isolamento e inércia térmicos);
- (ix) minimização do uso de iluminação artificial e sistemas ativos de climatização (GONÇALVES, 2013, p. 62).

Apesar de todas discussões acerca de atitudes sustentáveis, percebe-se, muitas vezes no contexto atual, um descompasso entre estas teorias e práticas nos projetos museais. Temos presenciado altos investimentos em construção de novas e espetaculares edificações para abrigar coleções, e o descaso na manutenção de instituições antigas, já estabelecidas e apropriadas pela comunidade. Veiga (2013) aponta que a prioridade na conservação do acervo muitas vezes é abafada pela arquitetura pós-moderna de museus, quando esta não prima pela ética, por medidas de sustentabilidade, pela eficiência energética, pela economia, durabilidade e ainda pela falta de praticidade de manutenção, em detrimento da criação de um projeto original. A mesma autora ainda reforça:

Portanto, o drama da originalidade na arte se estende ao panorama arquitetônico, com todos os seus louvores e vicissitudes. Este mercado de originalidades e autógrafos chega, mais forte do que nunca, ao mundo arquitetônico museológico e expográfico, em que a eloquência do novo fala mais alto do que o imperativo do melhor, do mais adequado, do respeito à funcionalidade e à essência do usuário. No caso dos museus, impõem-se à revelia, também, da alma de seu acervo (VEIGA, 2013, p. 58).

É pois, perceptível, que muitos desafios ainda precisam ser enfrentados, para que as novas obras arquitetônicas projetadas especificamente para receberem acervos, levem em conta a construção teórica e filosófica já fundamentada no campo patrimonial e nas concepções de arquitetura sustentável. E que, paralelamente, as instituições já estabelecidas e reverenciadas pelas comunidades recebam cuidados e investimentos para manter as condições de guarda e exposição em condições apropriadas.

1.7 Patologias de edifícios

O edifício como primeira camada de proteção do acervo das intempéries externas (Fig. 3), deve proporcionar um interior adequado ao conforto humano e à conservação dos objetos. Para tanto, a manutenção arquitetônica é importante para garantir boas condições ambientais internas, além de limitar as possíveis intervenções no edifício. Por isso, deve-se investigar as patologias das construções, entendida como "o estudo das doenças das construções, é o campo da Engenharia que estuda as origens, as manifestações, as

consequências das falhas e dos sistemas de degradação das edificações" (SANTOS, 2014, p. 2).

Para a avaliação destas patologias, é necessário o conhecimento de materiais e técnicas construtivas. Na publicação do IPHAN *Manual de Conservação Preventiva para Edificações*, encontramos detalhadamente a descrição das estruturas que compõe a arquitetura brasileira, os principais agentes de deterioração e o roteiro para inspeções. Inclui ainda fichas de diagnóstico e aplicação técnica para tratamento específico. É um documento com informações detalhadas sobre a manutenção de edifícios tombados ou não.

Os danos que podem ocorrer nas construções arquitetônicas são diversos, a identificação das causas favorece o diagnóstico e o tratamento. De uma forma geral, os agentes principais são os climáticos, biológicos e os provocados pelo homem. Apresentamos abaixo as principais causas conforme a classificação proposta por Fielden (FIELDEN, 2003⁴⁵; apud QUERUZ, 2007):

- Causas climáticas: radiação solar, variação sazonal e diária de temperatura, precipitação de chuva e neve, ventos, gelo/degelo, águas no solo, particulados.
- Causas biológicas e botânicas: animais, pássaros, insetos, árvores, plantas, microrganismos.
- Desastres naturais: terremotos, maremotos, inundações, deslizamentos, erupções vulcânicas, ventos fortes, raios e queimadas.
- Causas geradas pelo homem: poluição ambiental, desvios hídricos, vandalismo, roubos, alterações intencionais e negligência na conservação preventiva.

Segundo a publicação do ICOMOS (2003) *Recomendações para a análise, conservação e restauro estrutural do patrimônio arquitetônico* a identificação de patologias em edifícios patrimoniais demanda uma equipe multidisciplinar. Esta equipe deve realizar um diagnóstico com análises **qualitativas** – fundamentada na observação direta dos danos e na investigação histórica e arqueológica –; e análises **quantitativas** – baseadas nos ensaios das estruturas e dos materiais, no monitoramento e análise estrutural –. Estes dados devem ser apresentados em um Relatório de Avaliação para justificar medidas necessárias de intervenção, que podem ações de conservação, manutenção, reparação, reabilitação ou reconstrução.

O quadro abaixo organiza as principais patologias para cada componentes de um edifício.

⁴⁵ FEILDEN, Bernard. *Conservation of historic buildings*. 3. ed. Oxford: Butterworth-Heineman, 2003.

Quadro 5 - Principais patologia das construções

Componentes	Elementos	Problemas/Danos	Observação
Estruturais	Fundação	Recalques (fissuras), infiltrações, infestações de pragas e microorganismos.	É importante verificar sempre o aparecimento de novas fissuras e determinar a causa.
	Paredes estruturais de taipa de pilão	Sofrem erosão devido à chuvas e ventos.	Por ter como matéria prima a terra o adobe e demais técnicas similares possuem propriedades capilares, apresentando patologias relativas à umidade.
	Paredes estruturais em adobe	Desintegração devido a umidade.	
	Estruturas de concreto armado	Patologias referentes à má execução: baixa resistência, trincas, fissuras.	O cimento possui baixa porosidade e alta condutividade térmica.
	Estruturas metálicas	Como característica dos metais em geral, os metais apresentam perda de capacidade estrutural em incêndios prolongados, corrosão, oxidação, fissuras.	As estruturas metálicas como o aço, zinco, alumínio e cobre, são bastantes empregadas na construção civil. Possuem alta condutividade térmica, produzindo em ganho excessivo de calor durante o dia e perda excessiva à noite.
Vedações	Paredes de vedação	Atualmente as vedações são em tijolo revestidas por argamassas de cimento. Podem apresentar problemas devido à infiltrações e capilaridades, como fissuras, trincas, eflorescências, etc.	Tem função de isolamento do ambiente interno.
	Revestimentos de vedação.	Pinturas: manchas, bolhas e estufamento. Nos azulejos: desprendimentos, trincas, manchas etc.	
	Vedação em vidro.	Iridesência (efeito arco-íris). Trincas, manchas e quebras,	Aparecem nas esquadrias e também como blocos de vidro. Não são porosos, não permitem trocas de vapor com o exterior, contribuindo assim para um aumento de temperatura no interior.
Pisos	Assoalhos de madeira, ladrilhos, cerâmicas, pedras, etc.	Abrasão, danos devido à infiltrações, ataques biológicos e desintegração física.	Um piso ideal para áreas expositivas deve ser impermeável, resistente à água, não exalar

			poluentes nocivos, não favorecer a infestação biológica, ser a prova de fogo e fácil limpeza.
Coberturas	Telhados estruturados em madeira e telhas cerâmicas, contendo calhas.	Perda de função estrutural pela deterioração e ruptura de peças pode ocasionar sobrecarga nas paredes. A deformação das peças de madeira pode causar problemas de escoamento de água e deformidade de telhas. Telhas quebradas e calhas obstruídas causam infiltrações. As madeiras podem sofrer ataques biológicos.	O telhado precisa de vistoria regular.

Fonte: VEIGA, 2013.

Programas computacionais são empregadas como recursos projetuais pelos arquitetos para simular situações relacionadas principalmente às condições de conforto ambiental. Neste estudo, empregou-se o programa *Arquitrop*, para avaliar o desempenho térmico do MARLS. O programa foi desenvolvido por M. Roriz e A. Basso, da Universidade Federal de São Carlos, e é utilizado para avaliar o impacto do clima sobre a construção. A partir da inserção de dados da localização do edifício, características dos materiais e tipologia dos componentes construtivos, ele avalia a T e UR interna, o fluxo térmico, emitindo recomendações para adequação de projeto, baseados na tabela Mahoney⁴⁶. Sua arquitetura é semelhante a programas similares, ou seja, compõe-se de módulos que se integram a um núcleo que calcula os processos de transferência de calor através de componentes das envoltórias e o balanço térmico de um ambiente. Estes módulos podem ser modificados ou ampliados de acordo com as necessidades e são:

- a) arquivo climático, composto de dados médios mensais de temperatura, umidade, chuva, nebulosidade, velocidade e direção dos ventos;
- b) arquivo de propriedades térmicas de materiais de construção (condutividade térmica, massa específica ou densidade e calor específico);
- c) arquivo de componentes das envoltórias (paredes, coberturas e pisos), montados a partir de (b)

⁴⁶Metódo Mahoney: metodologias para analisar a caracterização climática com a finalidade de proporcionar subsídios suficientes para que se possa desenvolver um projeto arquitetônico adequado ao meio ambiente. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFrzIAC/analise-mahoney>. Acesso em 10/6/2016.

d) arquivo de projetos, onde as características dos projetos são descritas, tais como número de pavimentos da edificação, localização e dimensões do ambiente, orientação das fachadas, área e localização das janelas, tipos de vidro, paredes, piso e cobertura, bem como os perfis de ocupação e uso de equipamentos.

As saídas são em forma de tabelas e gráficos da variação, a cada mês, da temperatura externa e interna do ar, ambiental (temperatura operativa para fins de avaliação do conforto térmico do usuário) e temperatura superficial das envoltórias, da umidade relativa do ar, da distribuição dos fluxos de calor e do risco de ocorrência de condensação interna (ASSIS, et al, 1995). Os resultados das análises do *Arquitrop* são apresentados no Apêndice 1.

1.8 A radiação solar

O Sol é a principal fonte de energia do nosso planeta e o ponto central dos fenômenos atmosféricos. O movimento de rotação da Terra e sua trajetória elíptica ao redor do Sol determinam as variações na intensidade da radiação, ao longo do ano e durante o dia, sendo que o movimento de translação define as estações do ano. As regiões que mais recebem a radiação solar localizam-se entre os trópicos: Câncer, no hemisfério norte e Capricórnio, no hemisfério sul" (LAMBERTS, 2011, p. 23). A figura 11 apresenta de forma esquemática a trajetória da Terra ao redor do Sol e pode-se perceber a diferenciação das estações do ano, onde:

- A: inverno
- B: primavera
- C: verão
- D: outono

O solstício de inverno acontece no hemisfério sul no mês de junho, quando o Sol fica mais oblíquo em relação à Terra. Nos equinócios de outono e primavera a geometria da trajetória solar é similar. No solstício de verão, o sol fica a pino ao meio dia. A identificação destas trajetórias é importante para a avaliação de áreas de insolação e sombras nas edificações (FROTA, 2004).

Para compreender o fenômeno da radiação solar, sua atuação nas superfícies das construções, e conseqüentemente, a interferência no interior dos ambientes, deve-se estudar principalmente:

- o espectro solar;

- a orientação do edifício em relação á incidência solar;
- as trocas térmicas entre os meio externo e interno das edificações
- a influencia do entorno;

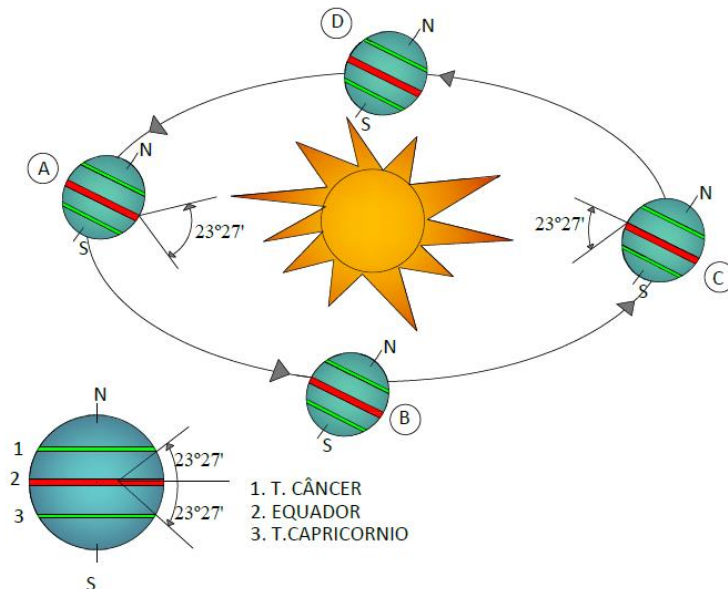


Figura 10 Trajetória do sol diferenciando as estações do ano.

Fonte: LAMBERTS, 2011.

1.8.1 O espectro solar

O espectro solar é composto por raios infravermelhos, responsáveis pelo aquecimento, com comprimento de onda de até 8 μm ; raios visíveis, que representam a luz e possuem comprimento de ondas entre 0,4 e 0,9 μm ; e raios ultravioletas com comprimento de onda a partir de 0,2 μm . Os raios ultravioletas são os mais destrutivos, devido ao comprimento de onda mais curto, pois atingem o objeto com mais energia em um período mais curto, e são responsáveis pela fotodegradação (FIELDEN, 2003; apud QUERUZ, 2007). A leitura do espectro da radiação eletromagnética indica como interpretar a ação das radiações, com seus respectivos comprimentos de onda (FIG. 12).

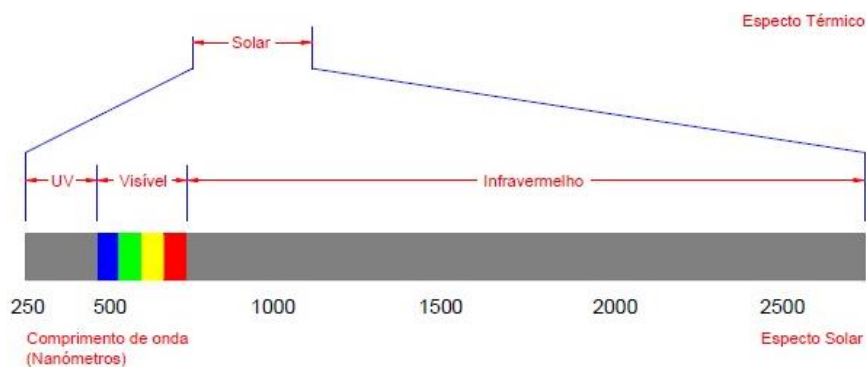


Figura 11 - Espectro solar.

Fonte: LAMBERTS,2011.

Quando a radiação solar atinge a atmosfera terrestre é dividida entre direta e difusa.

A radiação direta, como diz o próprio nome, é a parcela que atinge diretamente a terra. A radiação difusa é a parcela que sofre um espalhamento pelas nuvens e pelas partículas da atmosfera, sendo refletida na abóbada celeste e nas nuvens e re-irradiada para a terra. Um céu muito nublado pode apresentar uma parcela de radiação difusa maior que a parcela direta, enquanto o céu claro, sem nuvens, apresenta uma parcela maior da radiação direta (LAMBERTS, 2011, p. 23).

Em relação à exposição de objetos à radiação solar, pode-se dizer que os danos provocados são mais graves quando: o tempo de exposição for mais longo, a intensidade da radiação de luz incidente no objeto for maior, quando a luz apresentar mais radiações azuis, violetas e ultravioletas, e quando a temperatura e a umidade relativa são mais altas (FROTA, 2004; LAMBERTS, 2011). Ogden (2001) indica pintar janelas e demais superfícies com tinta branca contendo dióxido de titânio, para proteger os acervos contra a luz ultravioleta. Este método diminui sensivelmente a luz UV, pois a tinta de dióxido de titânio tem a capacidade de absorver a luz ultravioleta. Sobre os filtros o autor destaca:

Os filtros de raios UV são disponíveis na forma de filmes ou películas de plástico ou de painéis rígidos. Os filmes normalmente são feitos de película de acetato e podem ser cortados com tesouras e aplicados diretamente nas janelas ou nas vitrines das exposições. São menos caros, embora menos atrativos do que os painéis rígidos. Algumas instituições relatam que, mais tarde, pode ficar difícil remover a película do vidro. A película, entretanto, é preferível ao verniz filtrador de raios UV, difícil de aplicar e de rápida deterioração. Ainda não se sabe por quanto tempo as películas e os filmes filtradores de raios UV mantêm sua eficiência, bloqueando efetivamente a luz ultravioleta. Experiências individuais sugerem que esses produtos têm uma vida útil limitada. A única maneira de determinar se a filtragem ainda está adequada é medir, com um medidor de UV, o nível de radiação UV que atravessa (OGDEN, 2001, p. 32).

A orientação do edifício influi sensivelmente na quantidade de calor recebida pela radiação solar. A observação da trajetória solar na etapa de elaboração do projeto arquitetônico resulta em uma construção com conforto térmico adequado e menor consumo de energia (MASCARÓ, 1991). A geometria solar pode ser analisada através do Diagrama ou Carta Solar, que é um recurso projetual para se traçar a trajetória solar, representa " a projeção, no plano do horizonte do lugar, das trajetórias aparentes do sol" (FROTA, 2004, p. 73). Com o diagrama podemos:

- a) determinar os azimutes⁴⁷ e as alturas do Sol com os seguintes objetivos: localizá-lo em um dia e horário de uma certa data, para uma certa latitude; conhecendo sua posição na abóboda celeste, desenhar sombras;
- b) determinar os períodos de insolação de fachadas verticais diversamente orientadas e livres de obstrução (existindo obstruções, cabe a determinação das máscaras por elas produzidas, para depois fazer a leitura dos períodos reais de insolação das fachadas) (FROTA, 2004, p. 75).

Os diagramas solares são traçados considerando a Terra fixa e o sol se movimentando sobre a abóboda celeste, variando a trajetória de acordo com a época do ano (FIG.12), representando os solstícios de inverno e verão, e os equinócios de outono e primavera (LAMBERTS, 2011).

Pode-se traçar a geometria solar em um edifício já construído, a partir do projeto arquitetônico e da identificação do norte geográfico, que é diferente do norte magnético identificado pela bússola. Para sua obtenção precisa-se do valor da declinação magnética: variável em função da posição geográfica do edifício, obtida pelo ângulo formado entre o norte magnético e o geográfico, expressa em graus.

⁴⁷ Azimute solar é o ângulo entre o norte geográfico e o círculo vertical que passa pelo centro do sol. É medido a partir do norte no sentido horários.

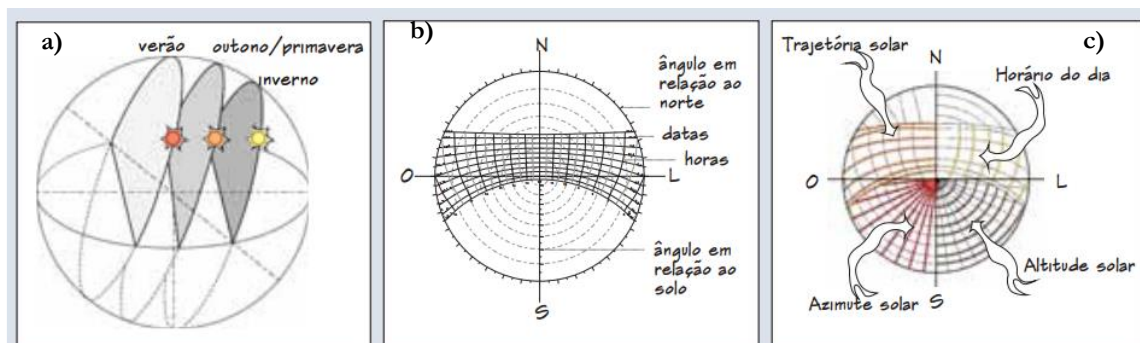


Figura 12 - Esquema das trajetórias solares e áreas de insolação e sombreamento
a) trajetória solar conforme as estações do ano. b) Projeções representadas no diagrama solar c) Informações contidas no diagrama solar.

Fonte: BAHIA, GUEDES, 2012

O site do Observatório Nacional⁴⁸ disponibiliza a Carta de Declinação Magnética do Brasil, onde, através da inserção dos dados de latitude e longitude da localidade, obtém-se a declinação magnética. No caso de edifícios que abrigam coleções, este recurso torna-se ferramenta de conservação preventiva, a medida que possibilita visualizar as áreas de sol e sombra no edifício. Dessa forma, têm-se a possibilidade de avaliar a melhor localização de expositores, o uso da luz natural de forma sustentável e apropriada, definindo medidas protetivas como por exemplo uso de vitrines e filtros na janelas.

Outro recurso computacional que favorece a leitura da trajetória solar nas edificações é o *Google SketchUp*⁴⁹, um programa de modelagem tridimensional, com versão gratuita e profissional. Ambas possibilitam a simulação da trajetória solar a partir da aplicação de suas ferramentas de georeferência – com a implantação do desenho no *Google Earth*, da ativação do norte solar e da inserção das coordenadas do local desejado. É possível ainda, estabelecer data e dia, fazendo por exemplo, análise da insolação no solstício de inverno e verão e nos equinócios. A partir da ativação destes itens é marcado no desenho as áreas de sombra no edifício.

1.8.3 Trocas térmicas entre os meios externo e interno das edificações

Para analisar o desempenho térmico dos edifícios deve-se compreender como ocorrem as trocas térmicas entre o exterior e o interior. Quando dois corpos estão à temperaturas

⁴⁸ <http://www.on.br/conteudo/modelo.php?endereco=servicos/servicos.htm>

⁴⁹ SketchUp: software de modelos 3D, desenvolvido pela Google, possui ferramenta específica para representação da insolação para projetos arquitetônicos. Disponível em http://www.fontes.pro.br/artigos/sketchup/artigo_sketchup.htm, acesso em 04 de junho de 2015.

diferentes, a energia térmica migrará do corpo de maior temperatura para o de menor. Este processo explica como o calor migra do exterior, para o interior de um edifício: a face externa da parede recebe radiação solar e transfere calor para a face interna. As trocas de calor que envolvem variações de temperatura são denominadas trocas secas. Os mecanismos de trocas secas são condução, convecção e radiação. A figura 13 esquematiza os três processos, as setas em vermelho representam os ganhos de calor e as em azul as perdas, a letra M indica a o metabolismo humano (KRAUSE, 2009).

A troca por condução acontece quando o calor flui de um sólido para outro e serão maiores, quanto maior for a diferença de temperatura entre as superfícies, a superfície de contato entre eles e a condutividade térmica do material (CORBELLA; YANNAS, 2003). Cada material tem uma condutividade térmica específica. A *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (ABNT) define a condutividade térmica como a "propriedade física de um material homogêneo e isotrópico, no qual se verifica um fluxo de calor constante, com densidade de 1 W/m^2 , quando submetido a um gradiente de temperatura uniforme de 1 grau Kelvin por metro"; o símbolo da condutividade térmica é a letra grega lambda (λ) e a unidade $\text{W}/(\text{m.K})$ (NBR 5020 parte 1).

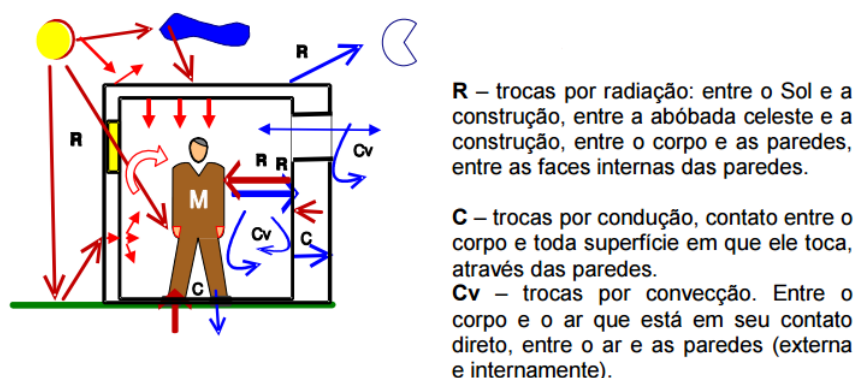


Figura 13 - Trocas térmicas entre a construção, homem e o entorno.

Fonte: KRAUSE, 2009.

As trocas térmicas por convecção acontecem entre dois corpos, sendo um deles sólido e o outro um fluido (ar ou água). Desta forma, uma parede aquecida pela radiação solar, transmite parte do calor para a parede oposta por convecção, através do ar.

A radiação é um mecanismo de troca de calor entre dois corpos, afastados um do outro e ocorre em função da natureza eletromagnética da energia, que ao ser absorvida, provoca efeitos térmicos. Não precisa de um meio específico para propagação, podendo acontecer no vácuo. O radiação solar, no interior das edificações, transforma-se em energia térmica,

por isso a importância de especificar dispositivos de proteção na execução de projetos arquitetônicos (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Existem também as trocas térmicas úmidas, quando o calor envolvido é denominado latente. O calor latente pode ser entendido como a quantidade de calor que ao ser fornecida ou retirada de um corpo, não altera sua temperatura, mas causa mudança em seu estado de agregação. Por exemplo a mudança de estado da água, do líquido para vapor na transpiração, quando a água da transpiração se evapora sobre a pele (CORBELLA e YANNAS, 2003). Neste caso, a temperatura permanece constante, mas o estado físico da matéria é alterado. Quando a água passa do estado líquido para o estado de vapor o processo é denominado evaporação. Para este fenômeno é necessário um consumo de energia. O processo de evaporação de 1 litro de água, por exemplo, envolve um gasto de energia calculado em 700 joules. A transformação decorrente do estado de vapor para o estado líquido denomina-se condensação. A condensação também envolve um dispêndio de energia. Para a condensação de um litro de água, dissipa-se 700 joules. O ponto de orvalho acontece quando o grau higrotérmico do ar chega a 100% e o excesso de vapor d'água contido no ar se condensa, passando para o estado líquido (FROTA; SCHIFFER, 2001).

1.8.4 A influencia do entorno

A insolação de um local depende da posição do sol, do grau de nebulosidade do céu, dos elementos e acabamento do entorno, como a vegetação, relevo e construções próximas. Estes fatores influenciam nas áreas de sombreamento, incidência e intensidade solar e devem ser avaliados na implantação de um novo edifício. Em edificações já construídas a observação das características do entorno, da estrutura arquitetônica e propriedades dos materiais construtivos, podem fornecer parâmetros para a avaliação das condições ambientais, permitindo estabelecer estratégias que minimizem o impacto de insolação inadequadas ao uso do edifício. A figura 14, demonstra como as diversas estruturas externas, a partir de uma determinada intensidade de radiação solar incidente, apresentam variação de temperatura em função da tipologia do acabamento superficial (FROTA, 2004).

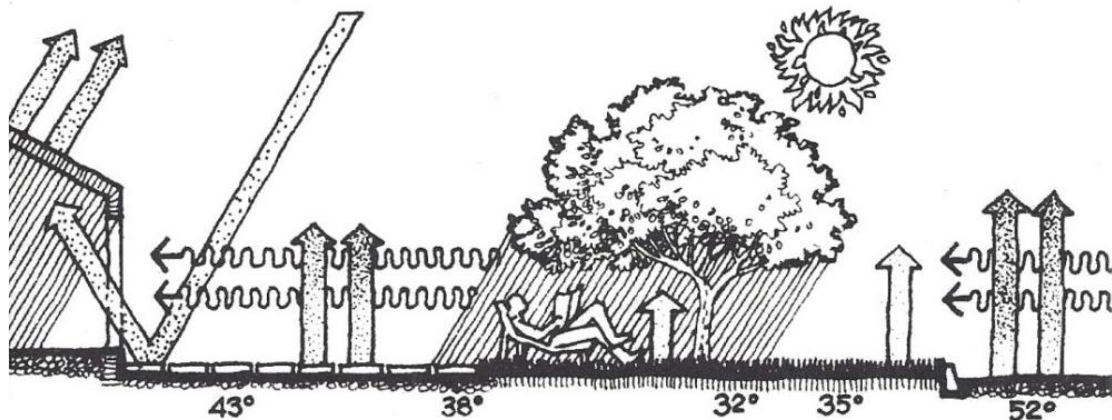


Figura 14 - Variação de temperatura das superfícies em função do acabamento.

Fonte: KONYA, 1980; apud FROTA,2004.

Os fenômenos provocados pela radiação solar acontecem simultaneamente e interagem entre si. Entender o mecanismo de atuação, capacita o profissional a elaborar um projeto consciente, inserido no conceito de Sustentabilidade e Arquitetura Bioclimática, "adaptado ao clima local, que minimize o consumo de energia convencional e precise da instalação da menor potência elétrica possível, o que leva também à mínima produção de poluição." (CORBELLA; YANNAS, 2003. p. 39).

Ações atuais de Conservação Preventiva, por sua vez, estão cada vez mais conectadas com este pensamento, à medida em que privilegiam estratégias ambientais passivas ou híbridas, em detrimento dos equipamentos de ar condicionado, que consomem muita energia, tem alto custo de implantação e manutenção; controlam a iluminação interna e a radiação solar sobre os objetos expositivos, empregando filtros nas janelas e cortinas com proteção UV, entre outros recursos expográficos.

1.9 Indicadores de desempenho térmico das envoltórias das edificações segundo a NBR 15220

A ABNT trata na Norma Brasileira (NBR) 15220 o desempenho térmico das edificações, estabelecendo definições e os procedimentos de cálculo das propriedades térmicas dos componentes da edificação. Os principais parâmetros são:

1. Transmitância térmica (μ) ou coeficiente global de transmissão de calor: representa o inverso da resistência térmica de um material. Menores valores de μ , garantem melhores níveis de desempenho térmico. Esta grandeza física cuja unidade $W/(m^2.K)$, é utilizada

para a definição das propriedades do isolamento térmico devido as características de permeabilidade à passagem de calor (GRAF, 2011).

2. O atraso térmico (ϕ): é definido como o tempo transcorrido entre uma variação térmica em um meio e sua manifestação na superfície oposta de um componente construtivo submetido a um regime periódico de transmissão de calor. A unidade é em h (NBR 15220).

3. Fator de ganho de calor solar (FS): é o resultado da taxa de radiação solar transmitida por componentes transparente ou translúcido (FS_t) ou opacos (FS_o) (NBR 15220).

4. Resistência térmica de elementos e componentes (R): representa o quociente da diferença de temperatura entre as superfícies de um elemento construtivo pela densidade de fluxo de calor, em regime estacionário. A unidade é $(m^2.K)/W$ (NBR 15220).

5. Capacidade térmica (C): propriedade de um material em absorver calor de fontes externas ao seu redor. Segundo NBR 15220 é a "quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema". A unidade é J/K.

A NBR apresenta tabela com valores de condutividade térmica (λ), calor específico (c) para diversos materiais de construção em função de sua densidade de massa aparente (ρ). O quadro apresenta os valores para os materiais construtivos do MARLS.

Quadro 6 - características dos materiais construtivos do MARLS

Material	Densidade de massa aparente	Condutividade térmica	Calor específico	Espessura dados medidos no local
	(ρ) [kg/m ³]	(λ) [W/(m.K)]	(c) [J/(kg.K)]	(e) (m)
Tijolo (Cerâmica)	1.300	0,70	0,92	0,20
Pedra	>2.600	2,9	0,84	0,02
Argamassa	1800-2000	1,15	1,0	0,01

Fonte: NBR 15220 (2003).

Estes valores pré determinados são necessários para a avaliação do atraso térmico (ϕ) cuja fórmula de cálculo para componentes de materiais heterogêneos, como o caso do MARLS, especificada na Norma 15220 é:

$$\varphi = 1,382R_t\sqrt{B_1 + B_2}$$

Onde:

R_t é resistência térmica de superfície a superfície do componente. E B_1 e B_2 obtidos pelas equações:

$$B_1 = 0,226 \frac{B_o}{R_t} \rightarrow \text{onde } B_o = C_T - C_{T\text{ext}}$$

C_T é a capacidade térmica total do componente.

C_{ext} é a capacidade térmica da camada externa do componente. *i.yg*

E B_2 :

$$B_2 = 0,205 \cdot \left(\frac{\lambda \cdot \rho \cdot c}{R_t} \right) \text{ext} \left(R_{\text{ext}} - \frac{R_t - R_{\text{ext}}}{10} \right)$$

É importante observar nas equações acima:

1. O índice "ext" se refere à última camada do componente, junto à face externa.
2. Considerar B_2 nulo caso seja negativo.

O resultado dos cálculos apresentados acima, complementados pelas medições de T e UR internos e externos, mais as análises e observações levantadas sobre o edifício e as características dos objetos (materiais, vulnerabilidade e estado de conservação), são parâmetros a serem considerados e avaliados comparativamente aos índices apresentados na literatura como adequados à conservação de coleções. O conhecimento aprofundado destes elementos demanda ainda aos profissionais da conservação "uma boa dose de bom senso, pois a grande gama de variáveis e dados empíricos envolvidos na obtenção das métricas acaba por desaconselhar o seu uso irrestrito ou generalizado" (GONÇALVES, 2013, p. 162).

1.10 O equilíbrio necessário: temperatura x umidade relativa

A temperatura segundo *Ayoade* (1996) pode ser definida em termos do movimento das moléculas, pois quanto mais rápido o deslocamento das moléculas mais alta é temperatura. Em termos relativos ela é determinada pelo grau de calor de um corpo.

A temperatura é a condição que determina o fluxo de calor que passa de uma substância para outra. O calor desloca-se de um corpo que tem uma temperatura mais elevada para outro com temperatura mais baixa. A temperatura de um corpo é determinada pelo balanço entre a radiação

que chega e a que sai e pela sua transformação em calor latente e sensível⁵⁰ entre outros (AYOADE, 1996, p. 50).

A umidade refere-se à quantidade de vapor d'água contido na atmosfera, não incluindo as demais fontes presentes, como as gotículas de água e gelo. O vapor d'água na atmosfera se origina da evaporação e transpiração e se concentra nas camadas mais baixas da atmosfera. O conteúdo de umidade no ar é medido a partir de vários índices: umidade absoluta, umidade específica, umidade relativa, temperatura do ponto de orvalho e pressão de vapor. Dentre estes índices, é particularmente relevante para esta pesquisa a umidade relativa, que é "a razão entre o conteúdo real da umidade de uma amostra de ar e a quantidade de umidade que o mesmo volume de ar pode conservar, na mesma temperatura e pressão quando saturado. É geralmente expressa em porcentagem" (AYOADE, 1996, p. 143). O conceito de temperatura do ponto de orvalho também deve ser esclarecido:

[...] temperatura no qual acontece a saturação se o ar esfriar a uma pressão constante, sem aumento ou diminuição do vapor d'água. [...] O orvalho é a condensação do vapor d'água sobre uma superfície, cuja temperatura tenha se reduzido pelo resfriamento radioativo até abaixo da temperatura do ponto de orvalho (AYOADE, 1996, p. 143-156).

Diante do exposto, compreende-se a estreita relação envolvendo temperatura x umidade relativa x condições ambientais, visto que em um ambiente fechado, onde as trocas de ar normalmente são lentas, o aumento de temperatura pode baixar significativamente os valores de umidade relativa ou vice-versa. Este processo é visivelmente percebido no inverno em regiões mais frias, quando visualizamos gotículas de água nos interior das janelas de uma residência. O ar interior ao dirigir-se para as vidraças das janelas, as quais estão, normalmente frias, podem arrefecê-lo até temperaturas abaixo do seu ponto de condensação, formando então as gotas de água. Fenômeno este que pode acontecer, inclusive em vitrines expositivas.

As principais fontes de umidade que podem atingir uma edificação, conforme publicação do ICCROM (1984) estão representadas na figura 15, onde pode-se verificar:

- Influência externa: chuva (1); lagos, rios e oceanos (2); solo úmido (3).

⁵⁰ Segundo Corbella e Yannas (2003) calor sensível ocorre quando se fornece energia térmica a um corpo sua temperatura aumenta.

- Paredes: calhas quebradas, vazamento nas tubulações (4); capilaridade, umidade ascendente (5).
- Interior: corpo humano, respiração (como referência, um homem em descanso produz 50 g de vapor de água por hora) (6); piso molhado (7); condensação em superfícies frias (8).

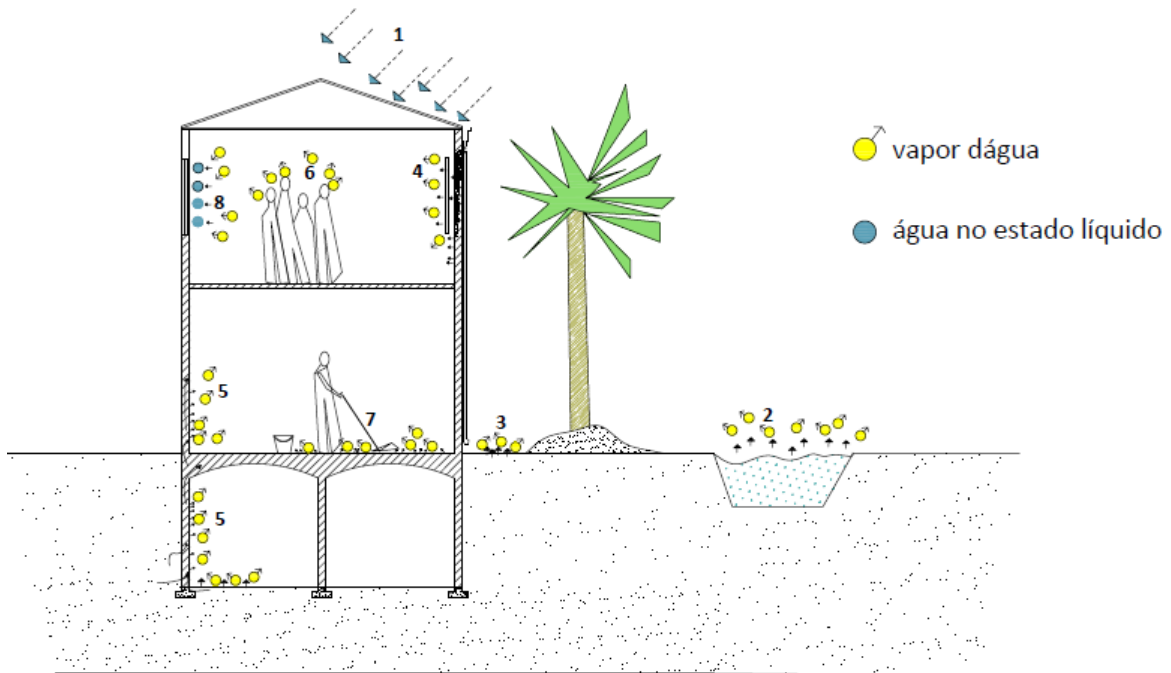


Figura 15 - Principais fontes de umidade que podem atingir os edifícios.

Fonte: ICCROM,1984.

Como observado acima, a umidade pode atingir as paredes, o interior e conseqüentemente os objetos contidos no espaço através de vários mecanismos. Os "sintomas" podem ser detectados através da análise visual, de ensaios realizados no local, cálculos conforme as características dos materiais. As anomalias podem acontecer de forma conjunta, acarretando um aumento de umidade nas paredes, provocando diminuição da respectiva resistência e aumento da condutibilidade térmica (HENRIQUES, 2007).

Comparando a magnitude de riscos de diversos agentes, Michalski (2000) avalia que danos provocados por forças físicas, ladrões, vandalismo, fogo e água, causam problemas imediatos, porém são intermitentes e localizados. Poluição do ar, UV e luz causam danos generalizados dentro de anos. Variações de umidade relativa e temperatura parecem agentes amenos comparados aos demais, mas em algumas décadas podem destruir coleções inteiras. Índices inadequados de temperatura podem provocar reações químicas nos

objetos e acelerar o envelhecimento. Como consequência dos efeitos produzidos pelo calor sensível, os objetos podem apresentar movimentações mecânicas (contração, dilatação e distorção). O calor latente ocasiona mudanças físicas e ou bioquímicas. "Não obstante, a mais importante e direta ação da temperatura é influenciar a umidade do ar e o gradiente e pressão de vapor, e ser responsável pelo movimento da umidade nos ambientes e nos objetos (TOLEDO, 1999, p. 23, tradução nossa.)⁵¹.

Segundo Cassar (1995), o dano provocado pela variação da umidade é o mais desastroso, para a maioria dos objetos museais. Cita a relação elaborada por Thomson: 4% de variação de UR produz o mesmo efeito que 10% de variação de temperatura. Diferentemente dos objetos, pessoas são mais sensíveis à temperatura, pois estas têm condições de se protegerem do desconforto provocado pelo clima, alterando a atividade, usando vestimentas adequadas, etc. Os objetos por sua vez são recipientes passivos. A partir de uma análise de adequação ambiental, a autora apresenta graficamente, a relação entre zona de conforto humano, e zonas indicadas para conservação de acervos (FIG.16).

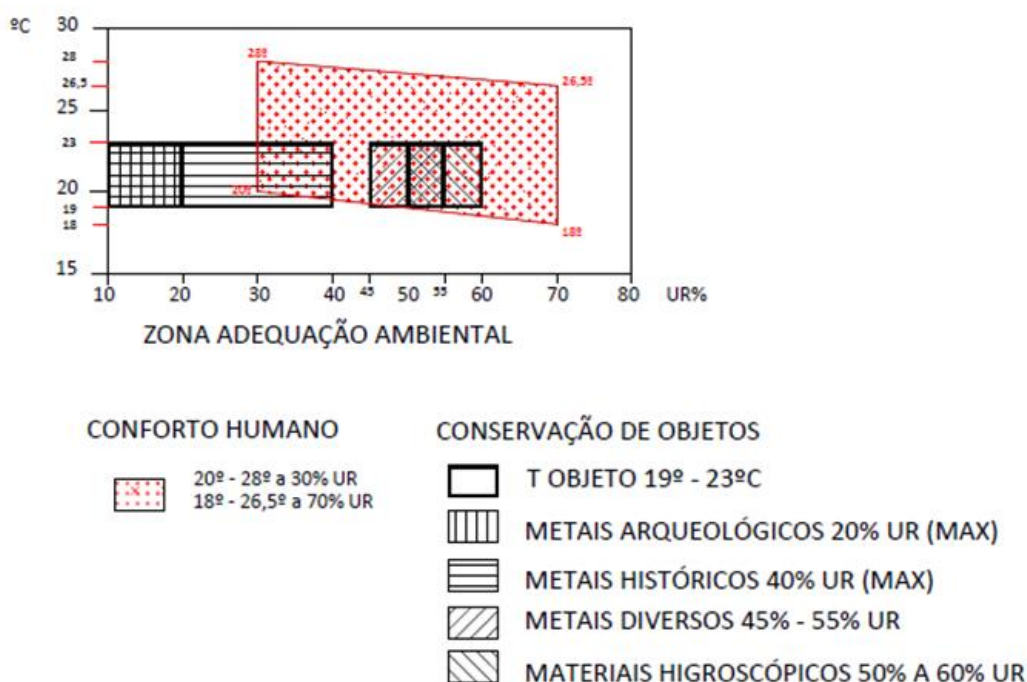


Figura 16 - Conforto Humano x Conservação.

Fonte: Adaptado de CASSAR, 1995.

⁵¹ Nonetheless, the most important and direct role of air temperature is to influence air humidity and vapour pressure gradients, and to be responsible for moisture movement in the environment and within materials.

A aplicação destes parâmetros em uma carta psicrométrica (FIG. 17), permite visualizar em um determinado ambiente as regiões adequadas ou não a diversas tipologia de acervo.

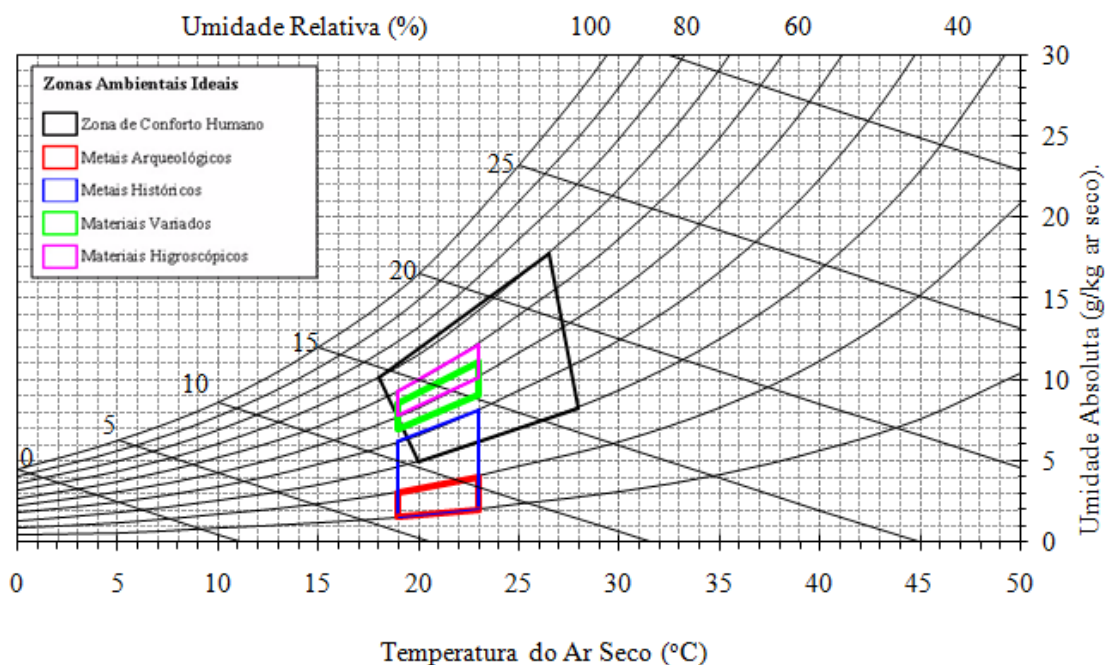


Figura 17 - Carta psicrométrica e zonas de tolerância para objetos e pessoas.
Fonte: CASSAR, 1995.

Outros procedimentos ligados à Ciência da Conservação foram desenvolvidos visando inter-relacionar os efeitos de temperatura e umidade sobre a conservações de coleções. O método das isopermanências ou método das isopermas de Sebera define a medida de energia de ativação para o início do processo de deterioração de acervos em papel. O procedimento recebe o nome do seu criador, Donald K. Sebera. O método parte da premissa que a deterioração do papel aumenta à proporção que a temperatura ambiental e a umidade relativa se elevam (processo de degradação quimicamente induzida). A redução da temperatura e/ou do teor de umidade, reduz o processo de deterioração química, aumentando conseqüentemente, a vida útil do papel. O índice de permanência ou expectativa de vida útil do objeto é inversamente proporcional à taxa de deterioração (SEBERA, 2001, p. 9).

A figura 18 apresenta o diagrama de isopermas, onde através do percentual de temperatura e umidade relativa, identifica-se áreas inadequadas à conservação de papel: acima de 65% UR pode ocorrer desenvolvimento de mofo e aparecimento de manchas; enquanto valores

inferiores a 20% UR acarretam redução na flexibilidade nos suportes (SEBERA, 2001, p. 16).

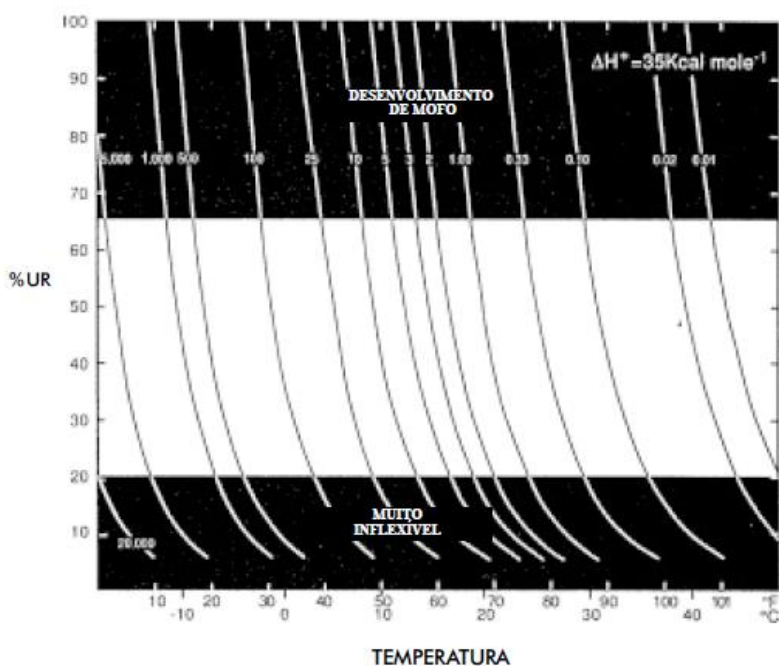


Figura 18 - Diagrama de Isopermas

Fonte: Sebera, 2001.

Os resultados demonstrados graficamente facilitam o entendimento. As linhas de isopermanência representam os pontos das variações de temperatura e umidade relativa, e indicam índices de preservação para um dado caso, previamente estudado. Sobre esta metodologia Gonçalves explica:

O embasamento científico do método parte da relação diretamente proporcional (o mesmo quer dizer: a velocidade das reações químicas de deterioração) e os valores observados de temperatura e umidade relativa. Entretanto, a expectativa de vida estimada por essa e outras métricas de preservação⁵² [...] não pode ser interpretado de maneira absoluta. Antes, pelo contrário, o método oferece uma ferramenta de comparação relativa, para cotejar duas ou mais condições ambientais distintas, que podem ocorrer no mesmo espaço (sala ou mobiliário fechado) ou em espaços diferentes (GONÇALVES, 2013, p.337).

⁵² Gonçalves (2013) define "métricas de conservação" como parâmetros ou índices quantitativos que facilitam as ações de quem trabalha com a preservação de bens culturais, pois permite uma avaliação quantitativa, mensurável, da qualidade de conservação das coleções em função de condicionantes ambientais. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/JSSS-9GRH79>. Acesso em 10 de março de 2015.

O diagrama apresentado na figura 19 apresenta uma condição crítica de conservação (deterioração muito rápida), onde a permanência do papel pode ser reduzida a 1/4, considerando o parâmetro ideal entre 20°C e 50% UR. Mostra também a zona de conforto humano (SEBERA, 2001, p. 16).

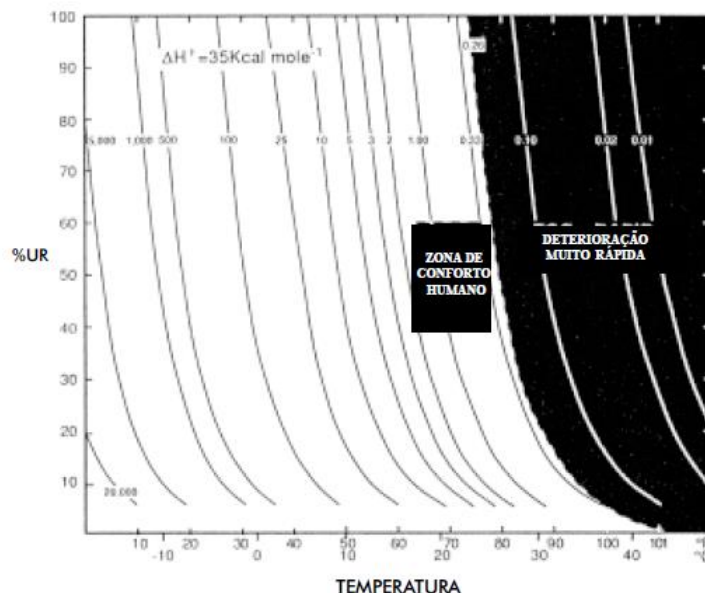


Figura 19- Diagrama de Isopermas.

Fonte: Sebera, 2001.

Com as devidas alterações o método de Isopermas pode ser adaptado a outros materiais, como é o caso do projeto *Image Permanence Institute* (IPI) referente à armazenamento de filmes em acetato. Escrito originalmente por *James M. Reilly*, foi traduzido pelo professor Luiz Cruz Souza e faz parte das publicações do CPBA - Guia do *Image Permanence Institute* (IPI).

Do ponto de vista ambiental, o controle termo-higrométrico está ligado não apenas à estabilidade dimensional das peças e deterioração dos suportes, mas também ao risco de ataque biológico (ASSIS, et al, 2007 p. 143). Gonçalves (2013) estudou as condições de UR favoráveis à proliferação de fungos, a partir de vários autores, apresentamos o resumo deste estudo no quadro 7:

Quadro 7 - Umidade relativa crítica para germinação de fungos.

Modelo/ autor	UR crítica %	Observações
Ayerst (1969)	70%	Variável em função da temperatura
Reilly (1995)	65 a 95	
ESP-r/ Clarke (1999)	~70 a 85	Variável em função da temperatura
Sedlbauer/ Krus (2001)	~70 a 90	Variável em função da temperatura e substrato
Moon e Augenbroe (2003)	70	Variável em função da temperatura
ASHRAE/ Michalski (2007)	70 a 90% (isopletas) 75% mas classes de controle C e D	70% corresponde a um tempo de germinação de 100 dias, 90% a 3 dias. Para um tempo de germinação longo (1000 dias) é considerada uma UR crítica de 60%
VIT/ Viitanen (2007)	80 a ~95	Variável em função da temperatura
Joansson. S. (2010)	80 a 95%	Variável em função da temperatura
Joansson. P. (2012)	75 a 95	Variável em função da temperatura
TOW/ Adan (2012)	80	

Fonte: Gonçalves, 2013.

A partir dos parâmetros descritos pelos autores na tabela acima, verifica-se que a maioria das pesquisas (destacadas no quadro) determina o valor de UR crítico para germinação de fungos **a partir de 70%**, levando também em conta a **variação da temperatura**, evidenciando assim, a importância dos estudos nos ambientes expositivos onde se predomina o clima quente e úmido.

As alterações ambientais – flutuações de T e UR – que podem ocorrer no interior dos edifícios e deteriorar os objetos, podem ser classificadas por longas e curtas. As longas

referem-se as variações sazonais, e são menos danosas ao acervo, pois estes tem a possibilidade de se aclimatar, visto o tempo demorado de ocorrência. Já as diferenças climáticas consideradas curtas são aquelas que podem ocorrer naturalmente durante o dia e a noite, pela variação climática, ou no caso de ambientes climatizados, o ligar e desligar dos equipamentos. Estas são as mais danosas, pois os materiais têm pouco tempo de adaptação às flutuações (TOLEDO, 1999).

1.11 A ventilação

A ventilação é empregada na arquitetura como recurso de resfriamento dos ambientes e renovação do ar, através das trocas do ar interno com o externo. É apontada como estratégia bioclimática eficiente para o conforto térmico e os bons resultados dependem, principalmente, da observação do projeto arquitetônico quanto à orientação do edifício, dimensão e formato, localização e tipologia de aberturas, relevo e vegetação ao redor (LAMBERTS, 2011).

O recurso da ventilação natural na edificação vem proporcionar conforto higrotérmico e contribui para a salubridade para os ambientes. Em muitos casos, a ventilação mínima necessária para uma qualidade do ar no interior (ventilação higiênica) é facilmente conseguida, por meio de infiltrações pelas frestas de portas e janelas. porém o mesmo não ocorre quando se deseja um bom controle térmico numa situação de verão. Neste caso, maiores índices de renovação de ar serão necessários, ou seja, é essencial uma maior velocidade no interior das edificações. Em termos de arquitetura, faz-se necessário conhecer as características locais dos ventos, para um bom dimensionamento e localização das aberturas nas fachadas (MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA, 2005).

O fluxo interno de ar é influenciado pelos campos de pressão gerados no entorno da construção, devido ao vento e pressões existentes envolta das aberturas (FIG. 20 e 21). "Quando o vento incide perpendicularmente à janela, o fluxo de ar se mantém perpendicular a mesma se as pressões ao redor da entrada forem simétricas, e passa a ser obliquo quando forem assimétricas" (BITTENCOURT, CÂNDIDO, 2008, p. 72).

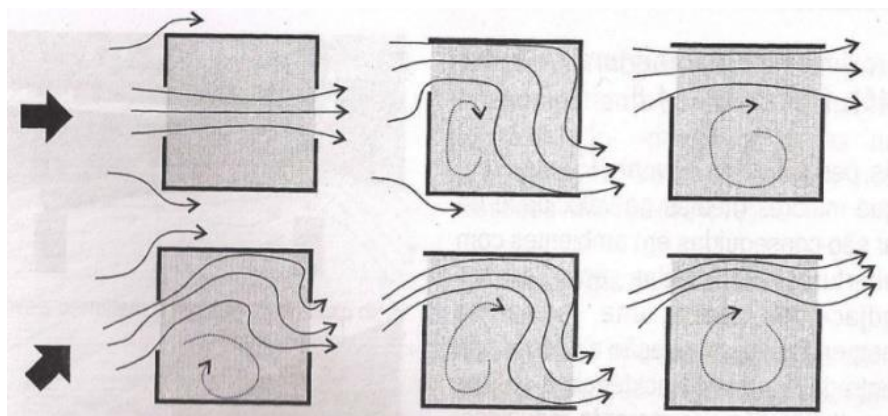


Figura 20 - Efeito da localização das aberturas em parede opostas.

Fonte: GIVONI, 1976, apud BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2008.

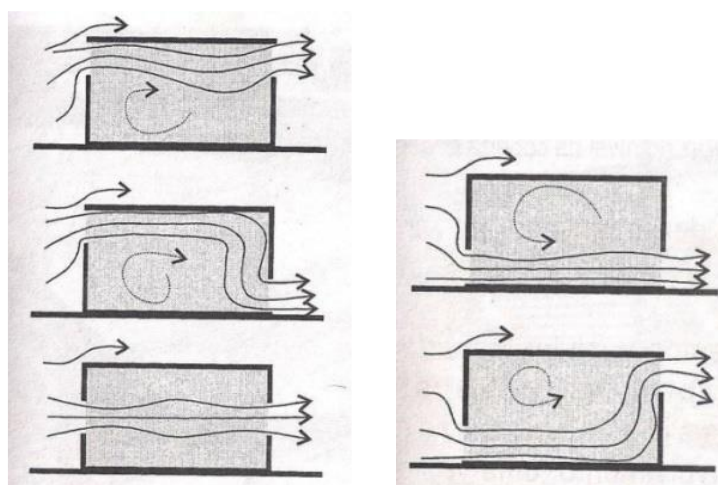


Figura 21 - Efeito da localização das aberturas numa localização térrea.

Fonte: OLGAY⁵³, 1963, apud BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2008.

O sistema de ventilação cruzada (FIG. 22) é um recurso positivo a ser empregado em clima quente e úmido, pois favorece a retirada de umidade e calor excessivo. Para este dispositivo funcionar deve existir no edifício "aberturas em zonas de pressão diferentes, pois do contrário a circulação de ar se dará somente à abertura da entrada de ar" (GONÇALVES, 2013, p. 427). O tipo de abertura das janelas também interfere na ventilação e o direcionamento no interior, conforme mostra a figura 23.

⁵³ OLGAY, V. *Design with Climate*. New Jersey: Princeton University, 1963.

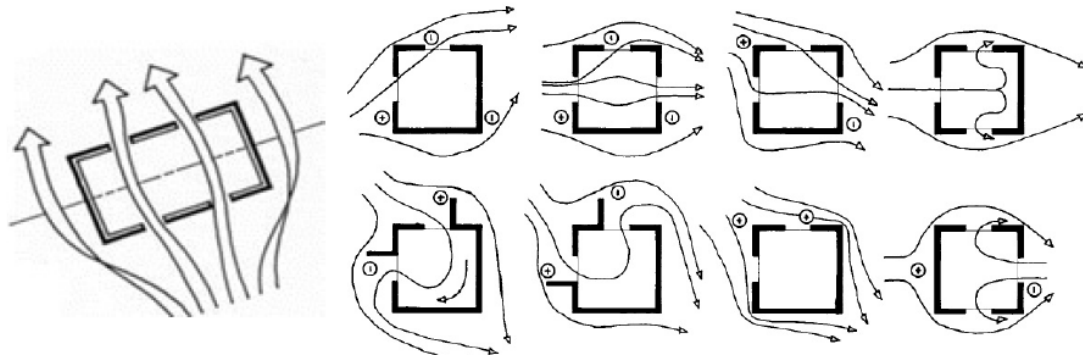


Figura 22 - Ventilação cruzada com aberturas opostas e influência do posicionamento das aberturas no escoamento.

Fonte: WATSON e LABS⁵⁴,1993, apud GONÇALVES, 2013).

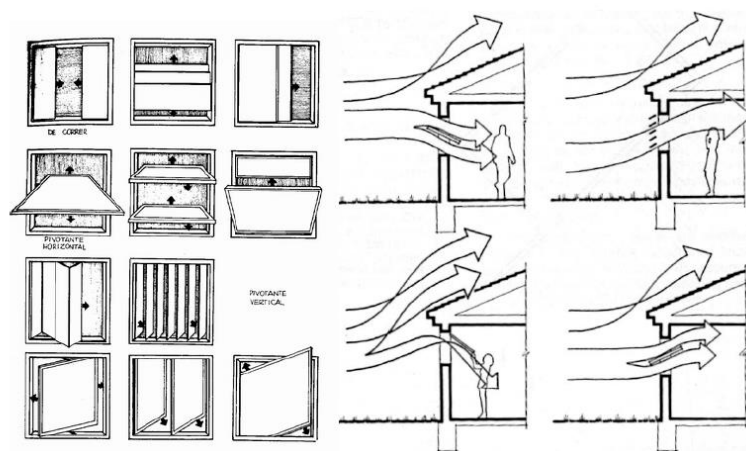


Figura 23 - Influência do tipo de abertura no direcionamento e separação dos fluxos de ar.

Fonte: MASCARO⁵⁵, 1991; apud GONÇALVES, 2013.

Deve-se ainda correlacionar o fluxo de vento com a topografia e da vegetação. Uma corrente de ar ao se deparar com um obstáculo, tende a escoar pelos lados ao invés de subir e passar por cima do mesmo (FIG. 24). A forma e dimensão da vegetação também interfere no fluxo do vento. Diferentes densidades de folhagens, presença de arbustos, podem produzir configurações distintas no fluxo de vento. "Se as árvores são plantadas distantes umas das outras e o vento pode fluir abaixo e ao redor de cada árvore, a distância da construção para as árvores não é muito importante do ponto de vista da ventilação (VAN STRAATEN et al., 1965). A influência do relevo também pode funcionar como barreira e/ou dispersão, a figura 25 exemplifica o movimento do ar em relação a vales e

⁵⁴ WATSON, D. e LABS, R. *Climate design: energy-efficient building principles and practices*. N. York: MCGraw-Hill, 1993.

⁵⁵ MASCARO, L.R. *Energia na edificação: estratégia para minimizar seu consumo*. São Paulo: Projeto, 1991.

montanhas. "Como regra geral, o ar fluirá pelos vales e só ultrapassará a barreira quando a oportunidade se apresentar" (HOUGHTON; CARRUTHERS, 1976, apud BITTENCOURT E CÂNDIDO, 2010).

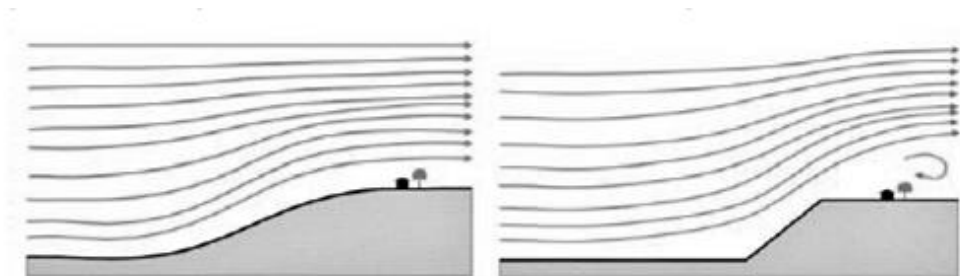


Figura 24 - Efeito do perfil da encosta no padrão do vento.

Fonte: Adaptado de AYNS et al., 1977; apud BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2010.

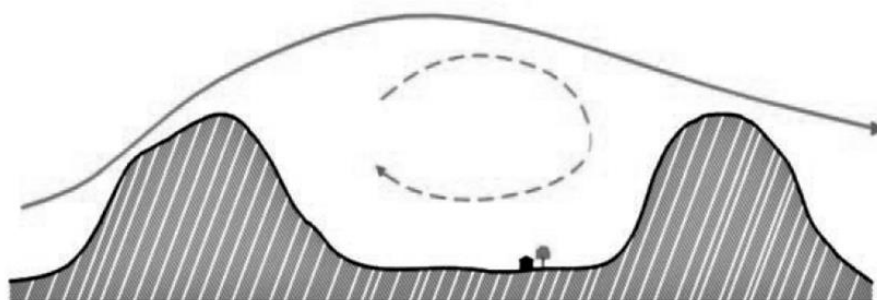


Figura 25 - Os vales podem propiciar a formação de bolsões de ar.

Fonte: BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2010.

Carvalho (1998) destaca que em edifícios que abrigam coleções a ventilação é mecanismo importante, pois reduz a T superficial dos materiais da construção. Mas aponta que este recurso deve ser criteriosamente estudado, para se evitar a penetração de ventos com umidade, contaminantes atmosféricos e insetos, visto que estes elementos são nocivos à conservação de acervos. Indica também que a orientação das aberturas deve evitar as fachadas leste e oeste, pela maior aporte energético nestas posições. Gonçalves (2013) recomenda atenção para as flutuações ambientais em virtude da ventilação, o uso de telas nas janelas, para evitar a penetração de insetos e aconselha como medida protetiva o emprego de armadilhas adesivas e constantes vistorias ao acervo, no intuito de verificar possíveis infestações de insetos.

Observa-se também a importância das condições de ventilação para a renovação e qualidade de ar no interior dos edifícios, bem como para o controle de infestações de microorganismos. Valentim (2003, 2007) explica que quanto menor a taxa de renovação de ar em um ambiente, maiores são as chances dos esporos se fixarem e germinarem. Ressalta a ventilação natural como forma de controle da taxa de atividade microbiana e o uso de equipamentos mecânicos, insufladores, com sistemas não invasivos a fim de se obter uma boa ventilação para reduzir e estabilizar a UR, evitando assim riscos de biodegradação. O Manual da ASHRAE (1999) também indica o uso de sistemas mecânicos de renovação e filtragem de ar em bibliotecas e museus. De acordo com o Manual, o sistema de insuflação de ar deve manter um fluxo de renovação de ar entre 6 a 8 trocas por hora. Thomson (1986) especifica as trocas de ar de acordo com a altura dos ambientes - para pé direito abaixo de 3 metros 8 trocas por hora, abaixo de 5 metros 6 trocas e entre 5 e 8 metros 4 trocas de ar por hora. Michalski (1990) aponta o perigo de contaminação por gases poluentes, no caso de uso de insuflamento sem o devido cuidado.

O controle da circulação de ar no interior dos museus deve ser criteriosamente avaliado, visto a significância dos benefícios e dos riscos que o excesso de ventilação pode provocar, como a entrada de poluentes e a desestabilização climática (alterações a T e UR). Padfield et al (2007) aponta que há riscos de contaminação entre objetos de uma exposição através da disseminação provocada pelo ar interno. Exemplifica que no caso de ambientes contendo coleções mistas, com objetos que emitem poluentes e outros que podem ser prejudicados por estes compostos, duas renovações de ar por hora são suficientes para a limpeza do ar. Distingue que o conforto humano requer uma quantidade maior de troca de ar, fator que dificulta o controle passivo em ambientes expositivos. Reforça ainda a falta de pesquisas sobre a influência do ar estagnado para os objetos.

Programas computacionais simulam a ventilação no interior dos edifícios e podem ser usados como estratégia de projeto, possibilitando também uma análise da situação em edifícios construídos. Um exemplo é o programa Fuxovento que apresenta-se como:

[...] um sistema voltado para a área de conforto ambiental cujo objetivo é simular uma ventilação cruzada. É uma ferramenta de grande utilidade para arquitetos e estudantes de Arquitetura, pois proporciona uma visualização clara e convincente do comportamento do ar dentro de edificações. O sistema pode simular diversas condições geométricas, visualizar linhas de correntes de vento e regiões de concentração e rarefação de vento dentro de ambientes construídos (CARVALHO et al, 2005, p. 1).

O sistema é de fácil aplicação e está disponível no site <<https://web.tecgraf.puc-rio.br/etools/fluxovento>>, onde também se encontra um tutorial do programa. A simulação é feita a partir da inserção da planta do edifício, tendo o cuidado de posicioná-la com a entrada de ventilação do lado esquerdo. O traçado é feito de forma simples e linear, deixando sem linhas (espaço interrompido) os locais das aberturas (portas e janelas), e é específico para ambientes internos (FIG. 26). Após o traçado, ao clicar no ícone "análise" o programa traça o fluxo interno de ar, indicando o percurso a partir da entrada de ventilação até a saída. Percebe-se com as linhas apresentadas onde se concentram as áreas ventiladas nos ambientes.

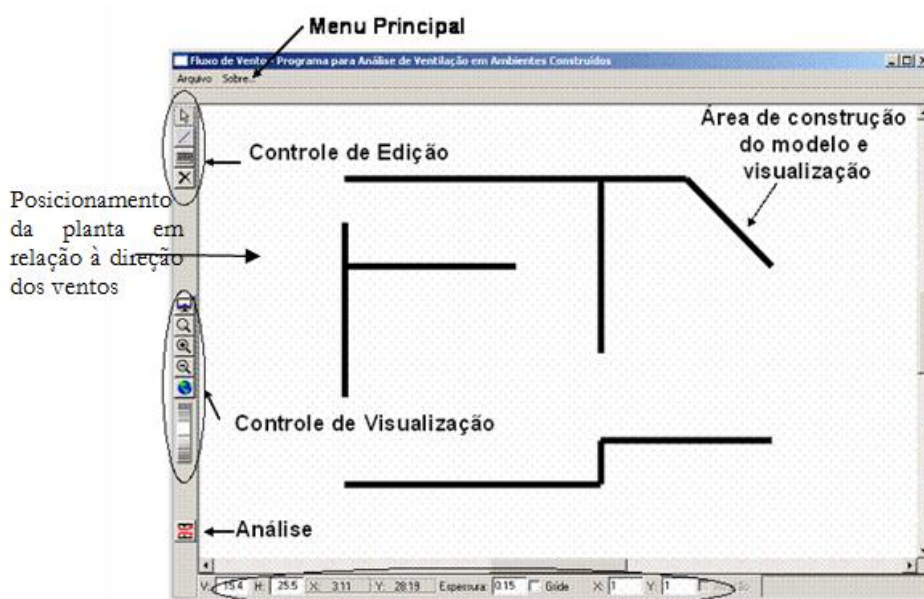


Figura 26 - Fluxovento:diálogo principal do sistema.

Fonte: CARVALHO, et al, 2005.

1.12 A Vegetação

A arquitetura bioclimática aponta os benefícios da vegetação como recurso para o conforto ambiental. É considerada uma estratégia passiva, visto os efeitos do sombreamento, que ameniza a radiação solar incidente e a evapotranspiração⁵⁶.

Em relação à radiação solar, a vegetação tem um comportamento seletivo para com os diferentes comprimentos de onda, pois absorve cerca de 90% da radiação visível e 60% da infravermelha. A radiação

⁵⁶ A diferença ente evaporação e evapotranspiração: "o primeiro termo é usado para descrever a perda de água das superfícies aquáticas ou de um solo nu, enquanto o último é usado para descrever a perda de água das superfícies com vegetação, onde a transpiração é de fundamental importância (AYOADE, 1996, p. 129).

absorvida é utilizada para as funções vitais da vegetação. Uma pequena quantidade da radiação é transmitida através das folhas e o restante se reflete. Assim, por meio da arborização, tem-se uma atenuação da radiação de onda curta, evitando os efeitos de ofuscamento e reverberações em virtude do contraste sombra/sol. Em relação à radiação de onda longa, há uma redução no aquecimento das superfícies e, conseqüentemente, do calor emitido por estas. Grande parte da energia solar absorvida se converte em calor latente pela evapotranspiração da água de suas folhas. Assim, a evapotranspiração resfria não só a planta como o ar em sua volta (LABAKI et al, 2011, p. 23).

A vegetação ainda serve como bloqueio de ventos, mitigação sonora e eliminação de poluentes atmosféricos (TRINKLEY, 2001, p. 83). Estudos feitos sobre o uso de trepadeiras em fachadas na cidade de Porta Alegre apontam como vantagem o efeito térmico e estético nas edificações :

A diversidade de características e benefícios vinculados à vegetação demonstra a versatilidade e as vantagens de sua aplicação junto ao ambiente construído. Entre essas aplicações tem-se a “pele-verde”, técnica na qual trepadeiras recobrem as fachadas de uma edificação, muro ou outro elemento vertical. Algumas vantagens dessa solução são o isolamento térmico e a diminuição da incidência de raios solares diretamente nas alvenarias, com a conseqüente redução dos gastos com energia para resfriamento do ambiente, além de benefícios psicológicos e estéticos (VALESAN, et al, 2010, p. 56).

As espécies autoaderentes mais comuns são a *Ficus pumila* L. (Família Moraceae), *Hedera helix* L. (Família Araliaceae) e *Parthenocissus tricuspidata* (Siebold & Zucc.). As trepadeiras podem funcionar como barreira para a umidade excessiva, pois evitam o contato direto de água de chuva nas paredes. "Em muitos casos, a cobertura vegetal serve como proteção da alvenaria, tornando sua deterioração consideravelmente mais lenta que uma parede exposta às intempéries (chuvas fortes, granizo e raios ultravioleta) e às variações bruscas de temperatura" (DUNNETT; KINGSBURY, 2004⁵⁷; SHARP et al., 2008⁵⁸, apud VALESAN, et al, 2010). Como desvantagem o estudo apresentou a opinião dos proprietários representadas no gráfico abaixo:

⁵⁷ DUNNETT, N.; KINGSBURY, N. *Planting Green Roofs and Living Walls*. Portland: Timber Press, 2004.

⁵⁸ SHARP, R. et al. **Introduction to Green Walls: technology, benefits & design**. Toronto: Green Roofs for Healthy Cities, 2008. Disponível em: <http://www.greenroofs.net/components/com_lms/flash/Green%20Walls%20Intro%20908b.pdf>.

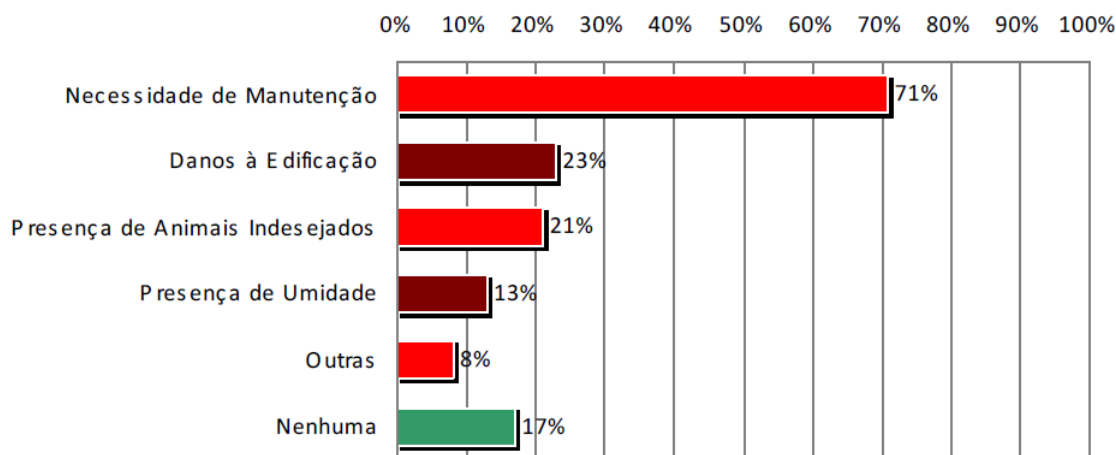


Gráfico 1 - Desvantagens da aplicação de peles-verdes citadas pelos moradores das edificações com pele-verde em Porto Alegre em 2008.

Fonte: VALESAN, et al.

Principalmente, no caso de bibliotecas, museus, arquivos e demais edifícios que abrigam coleções, a presença de vegetação próxima é fator que demanda cuidados e monitoramento constante. Árvores frutíferas próximas às aberturas de ventilação aumentam o risco de ataque biológico. As raízes acarretam fissuras e até mesmo rachaduras na alvenaria (GONÇALVES, 2013). Muitos museus brasileiros estão situados em locais arborizados, como o MHJB/UFMG, *Museu Casa Benjamin Constant* (Rio de Janeiro), *Museu de Arqueologia de Itaipu* (Rio de Janeiro), *Museu do Açude* (Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro), *Museu do Seringal* (Vila Paraíso, Manaus), *Museu Mariano Procópio* (Juiz de Fora, Minas Gerais), *Museu de Arqueologia Sambaqui da Tarioba* (Rio das Ostras, Rio de Janeiro), entre outros. O MARLS, além de situar em um parque natural, com vegetação abundante ao redor, possui uma cobertura vegetal envolvendo quase totalmente as paredes externas; como também acontece no *Museu Casa da Hera* (MCH), localizado em Vassouras no Rido Janeiro, cuja fachada é totalmente envolvida pela trepadeira Hera (FIG. 27).



Figura 27 - Museu Casa da Hera.

Fonte: Repositório digital do MCH (2011)⁵⁹

O *Museu de Astronomia e Ciências Afins* (MAST) recomenda as seguintes medidas de manutenção para espaços expositivos situados em locais arborizados :

- a) poda das árvores;
- b) possibilidade de manter a vegetação constantemente baixa;
- c) galhos das árvores que tendem ao prédio, por que:
 - i. facilitam o acesso de pessoas;
 - ii. favorecem a entrada de insetos e outros animais;
 - iii. impossibilitam a visibilidade do terreno;
 - iv. ocultam janelas e outros tipos de abertura;
 - v. possibilitam o esconderijo de pessoas e objetos;
 - vi. podem ocasionar danos tais como queda de galhos ou frutos, sobre o prédio e as pessoas.
- d) monitoração do crescimento de raízes das árvores próximas às áreas edificadas;
- e) opção pelo uso de vegetação baixa em caso de projetos de paisagismo (MAST, 2006, p 31).

O *Manual de Conservação Preventiva para Edificações* do IPHAN, divide a vegetação em três grupos: microflora, pequeno porte, médio ou grande porte. Recomenda que a vegetação de pequeno porte deve ser podada sempre que começar a sombrear a base da parede do

⁵⁹ Disponível em https://www.facebook.com/Museu-Casa-da-Hera-155742374475100/photos_stream. Acesso em 12/2/2016.

edifício; manter a copa das árvores de grande porte e demais plantas a uma distância de 3 metros em relação ao edifício; poda nos galhos para evitar sombreamento excessivo sobre o prédio. Apresenta um quadro com os principais problemas em edificações referente à vegetação:

Quadro 8 - Problemas relativos à vegetação próxima a edificações

Possíveis problemas	Procedimento de inspeção
Vegetação na Cobertura.	Verificar cuidadosamente, se existem plantas crescendo sobre as telhas ou enraizadas nas calhas ou nas peças do telhado, principalmente nos beirais, rincões e cunhais.
Manchas esverdeadas aderente na superfície das paredes, principalmente na base.	Observar se aparecem manchas esverdeadas com uma superfície um pouco brilhante, aderente à base e subindo sobre o revestimento da parede.
Fungos e mofos em trechos específicos da parede.	Verificar se a parede apresenta alteração na cor ou crescimento de fungos ou mofos em determinados pontos da sua superfície
Manchas escuras na base das paredes externas.	Observar se aparecem manchas escuras e presença de umidade nas partes baixas da parede e se existe próxima alguma vegetação que possa estar criando sombra nessa área da parede.
Manchas escuras ao longo das paredes externas.	Observar se aparecem manchas escuras ao longo da parede acentuando-se em áreas mais altas, verifique se existe próxima a ela alguma árvore de médio ou grande porte cuja copa possa estar produzindo sombra, e impedindo que o sol atinja essa área da parede.
Fissuras ou abaulamento no piso de calçadas.	Observar se aparecem abaulamento e ou fissuras na superfície do piso das calçadas ao redor da casa. Verifique, então, se existe árvore próxima e se suas raízes, ainda que subterrâneas estão se dirigindo por baixo da calçada para o edifício.
Fissuras na base das paredes exteriores.	Verificar se aparecem fissuras verticais na base da parede, apresentando maior abertura na parte mais baixa. Verifique, então, se existe árvore próxima a edificação e se suas raízes, ainda que subterrâneas estão se dirigindo para o edifício

Fonte: IPHAN (s/d)

1.13 O monitoramento de Temperatura e Umidade Relativa como ferramenta para a Conservação Preventiva

O monitoramento ambiental de T e UR para fins de Conservação Preventiva de acervos consiste em empregar instrumentos medidores para registrar e armazenar informações para análise futura. Os dados obtidos combinados com outros elementos de avaliação,

possibilitam realizar um diagnóstico das condições de preservação dos edifícios, em função da tipologia do acervo.

A temperatura e a umidade relativa do ar devem ser sistematicamente medidas e registradas. Isto é muito importante, já que os dados produzidos: 1) documentam as condições ambientais existentes; 2) dão suporte aos pedidos de instalação de controles ambientais; e 3) indicam se o equipamento disponível de controle climático está ou não funcionando adequadamente e produzindo as condições desejadas. (OGDEN, 2001, p. 8).

Dentre os instrumentos coletores de dados, o termo-higrômetro datalogger é um equipamento que tem a capacidade de coletar e armazenar dados de temperatura, umidade relativa e ainda a intensidade de luz. Pode ser programado para determinar períodos de medição específicos, os dados armazenados na memória do aparelho devem baixados periodicamente em um computador, organizados de forma a permitir estudos futuros. Alguns modelos mais sofisticados permitem a conexão com a internet e enviam dados simultaneamente a um centro receptor programado. Estes instrumentos podem ser instalados nas salas, dentro de vitrines e até mesmo em embalagens de obras que precisam de monitoramento constante. Para uma medição adequadas eles devem ser aferidos conforme indicações dos fabricantes, as baterias mantidas em nível satisfatório, para não ocorrer interrupção das coletas (BARFORD, 1991).

A possibilidade de organizar os dados em gráficos e planilhas é um importante subsídio para análises:

Com a informatização dos sistemas de monitoramento, fica mais fácil levantar dados específicos. A metodologia corrente propõe gerar gráficos que apresentem amostras das flutuações sazonais. O primeiro gráfico deve ser o anual institucional, gerado pela média de todas as medições internas. A partir daquilo que chamaremos clima “tipo” (o clima mais característico em determinadas épocas do ano), definem-se as características de comportamento anual, além do mês e do dia típico daquela instituição, considerando-se as variações sazonais (SOUZA, 2008, p.11).

Ogden (2001) recomenda que a instituição tenha uma pessoa qualificada responsável pelo equipamento e coleta de dados, sendo necessário manter um plano escrito com a organização das informações e manutenção dos instrumentos. Esta diretriz é fundamental e contribui para que as análises pós medição tenham qualidade e precisão.

É preciso ainda, realizar estudos comparativos entre as medições internas, com o meio ambiente externo. Para tanto, deve-se procurar os registros dos institutos meteorológicos

da região ou instalar instrumentos na área externa. Dessa maneira, tem-se a compreensão de como o edifício se comporta como estrutura protetora.

É importante esclarecer que o monitoramento não representa um controle ambiental, e sim um mecanismo para o conhecimento das condições nas quais se encontra armazenada uma coleção, com vistas a organizar um plano de gestão de conservação. Para um controle ambiental efetivo, tão importante quanto a coleta é a organização e o tratamento dos dados.

Muitas avaliações empíricas também têm sido feitas através de museus brasileiros que vêm aplicando alguns dos métodos de monitoramento, porém, dificilmente estas experiências têm tido algum acompanhamento científico que comprove os ganhos ou perdas efetivas tidas com estes sistemas. Ou seja, pode-se avaliar o quanto os ambientes estão dentro ou fora dos limites estabelecidos, mas nem sempre se comprova **o quanto isto está afetando o acervo, ou se, os problemas que são apresentados pelo acervo realmente são resultado das condições climáticas, ou ainda, se são decorrentes de características construtivas inadequadas** (CORRÊA, 2003, p. 3, grifos nossos).

Para um diagnóstico ampliado é necessário correlacionar os dados coletados com a geografia do local (relevo, clima e vegetação), com a arquitetura (projeto e materiais de construção) e com a tipologia do acervo. Estes dados compõem um dossiê sobre as condições ambientais envolvidas ao acervo.

1.14 Mobiliário para exposição e conservação

As vitrines representam a camada de proteção mais próxima ao objeto. O planejamento adequado desta caixa envolvente pode proteger o acervo ali inserido de poeiras, mudanças bruscas de T e UR, luminosidade, acidentes, vandalismo, e são altamente recomendadas em caso de obras mais sensíveis e valiosas (TOLEDO, 1999).

A respeito do desempenho de expositores, Cassar (1995) aponta três questões a observar, tanto para compra ou reformas:

- Se as vitrines foram testadas em relação à vedação e trocas de ar entre o exterior e o interior.
- Se os materiais constituintes do expositor são quimicamente estáveis.
- Se o design do expositor possibilita o uso de material tampão (reguladores de UR), como a sílica gel, para promover uma UR adequada, e se o acesso à manutenção pode ocorrer sem afetar o objeto exposto.

Sobre a vedação, um projeto de vitrine pode determinar um móvel hermético ou ventilado. Tim Padfield (1967) esclarece que caixas totalmente herméticas são de difícil execução e podem favorecer o fenômeno do efeito estufa, permitindo a emissão de componentes voláteis orgânicos, causando a infestação biológica. No caso de caixas que admitem a troca de ar com o exterior, deve-se observar principalmente a qualidade do ar em relação à poluição, UR e proteção das aberturas quanto à entrada de insetos. "Testes realizados mostram que um display típico tem uma taxa de vazamento de 1,5 a 2 trocas de ar por dia, valores provavelmente suficiente para muitos objetos do museu" (VEIGA, 2013).

As opções de materiais para execução vitrines são diversas. A escolha deve priorizar materiais inertes e compatíveis com o acervo (TÉTREAULT, 1994). Expositores em madeira e derivados possibilitam um design diferenciado, têm custo e mão de obra acessíveis, mas deve-se ter cuidado com os gases provenientes deste material e dos componentes de acabamento. O tratamento de uma superfície em madeira depende de uma selagem prévia, com vernizes sintéticos ou protéicos, resinas naturais ou artificiais, estabilizando a porosidade da madeira, bem como a aplicação de produtos químicos de efeitos residual contra ataque biológico e microbiológico. Ao se usar estes materiais deve-se certificar que os gases tenham-se dissipado, evitando a contaminação do acervo. Móveis em aço e alumínio são opções mais sofisticadas, e oferecem segurança quanto à infestação biológica, porém possuem com um custo mais elevado. (FRONER; ROSADO, 2008). Toledo (1999) adverte que, apesar da estabilidade dos materiais metálicos, estes são bons condutores de calor e alteram sua dimensão de forma diferente de objetos orgânicos, além disso, sendo impermeáveis, podem causar condensação no interior. O mercado atual oferece ainda, vidros especiais, películas e acrílicos com proteção UV⁶⁰.

As especificações dos componentes dos móveis também devem ser analisadas: dobradiças, fechaduras, sistemas de apoio (pés fixos ou deslizantes). Veiga (2013, p. 137) destaca como pontos "óbvios" a serem considerados na construção de vitrines, " a estabilidade e o

⁶⁰ Exemplo de vidro com proteção para museus: a tecnologia do vidro artshield® reflete apenas 0,5 % da luz proporcionando nitidez, pois a quantidade de luz refletida é a responsável pelos reflexos. Além disso, não permite a absorção da radiação, protegendo as obras dos danos causados pela luz. Disponível em: <http://www.artprotect.com.br/vidro-artglass-invisivel-sem-reflexo.php>. Acesso 05/3/2016.

Película de proteção: Película transparente com máxima proteção contra a radiação ultravioleta. Recomendada para preservar objetos valiosos. Possui cobertura resistente a riscos. Dez anos de garantia certificada. Disponível em: <http://www.cohalabra.com.br/produtos/museu-36>. Acesso 05/3/2016.

Acrílico UF-3 Plexiglas: acrílico de alta performance indicado para vitrines em museus. Disponível em: <http://www.plexiglas.com/export/sites/plexiglas/.content/medias/downloads/sheet-docs/plexiglas-guf3-guf4.pdf>. Acesso 05/3/2016.

equilíbrio, resistência para suportar o peso dos artefatos e possíveis choques causados por usuários, resistência e durabilidade mediante condições adversas, como incêndio e inundações". O importante é que o projeto consiga priorizar as necessidades de proteção exigida pelo objeto, conjugando às condições de espaço, e financeiras da instituição.

O microclima no interior dos expositores pode ser estabelecido através de controles passivos ou ativos. O controle ativo é obtido com equipamentos desumidificadores, umidificadores, filtros, elaborados para a dimensão e volume específicos de cada vitrine e necessidades do acervo. Estes instrumentos podem ser instalados no interior ou no exterior, seguindo as especificações técnicas e estéticas do projeto. Este procedimento exige uma supervisão e manutenção constante, para que panes no sistema não comprometam o acervo ali inserido. Apresenta, portanto a mesma problemática dos sistemas de climatização ambiental. O controle passivo emprega materiais absorventes de umidade, como a sílica gel e soluções salinas (CASSAR, 1995).

A capacidade que um material regulador de umidade possui para estabilizar a UR em um volume de ar de uma vitrina está relacionada ao tempo requerido para que esse microambiente alcance novo equilíbrio quando é sujeito a variação de UR. Se o tempo de reação do material regulador é muito longo, o acervo exposto dentro da vitrina será atingido pelas mudanças de UR. Por isso, o material regulador deve ter a capacidade de absorver rapidamente as variações de UR. (FRONER e ROSADO, 2008, p. 15).

Outros materiais podem também ser empregados como material tampão, o algodão, linho, lã, papel e a madeira. Porém o emprego da sílica apresenta-se mais eficaz. Os absorventes de origem celulósica não oferecem um controle rigoroso de UR, principalmente em caixas que contém grande volume de ar. Esses materiais são quimicamente e biologicamente instáveis, podendo contribuir para contaminação dos objetos, por infestação de microorganismos ou por ação da acidez. O local para se condicionar a sílica nas vitrines deve ser especificado no projeto (WEINTRAUB, 2002). O quadro 9 apresenta o procedimento necessário para o acondicionamento da sílica gel.

A transferência de calor dentro de uma vitrina relaciona-se aos seguintes fatores:

- as transferências de calor – condução, convecção, radiação;
- tipo de material utilizado na sua construção;
- a sua localização na sala de exposição (posicionada perto de correntes de ar ou fontes de emissão de calor como janelas, portas exteriores, paredes que recebem algum tipo de aquecimento ou equipamentos eletrônicos);

- a iluminação (uso de lâmpadas inadequadas, iluminação colada no espaço interno da vitrine sem separação e ventilação adequadas) (FRONER e ROSADO, 2008).

Quadro 9 - Metodologia para acondicionamento de sílica gel

Secagem da sílica-gel	Colocar a sílica-gel dentro de um forno ou estufa com a temperatura regulada a 120°C durante o período de aproximadamente 4 horas.
Câmara com passagem de ar forçado	Expor a sílica-gel dentro de uma câmara vedada que apresenta o nível de UR desejado e um sistema de ventilação forçada. Essa ventilação promove a passagem do ar através da sílica, aumentando a velocidade de condicionamento da mesma.
Câmara de climatização com controle mecânico de UR e T	Ajustar os sistemas de automação da câmara aos níveis de UR e T desejados para condicionar a sílica-gel. Esse sistema permite que o condicionamento da sílica seja efetuado durante um período de tempo menor.
Câmara de climatização com controle mecânico de UR e T	Usar uma câmara climatizada a uma determinada U.R. através do uso de solução salina saturada. Ressalta-se que a solução salina não entra em contato direto com a sílica.
Câmara com vapor d'água	Colocação de um recipiente com água destilada próximo ao recipiente com a sílica-gel. Obs.: A sílica-gel altera sua capacidade regeneradora se entrar em contato direto com água líquida. Portanto, deve-se ter muito cuidado para não derramar água sobre ela.

- Fonte: FRONER e ROSADO, 2008.

Veiga (2013) explica que somente em situações excepcionais deve-se usar iluminação no interior dos *displays*. Alerta que em caso de iluminação vinda do teto, a fiação pode servir de caminho para entrada de água, no caso de vazamentos do telhado. "Caso, portanto, seja

imprescindível o uso de iluminação no expositor, a mesma não deve vir diretamente do forro ou teto do edifício (VEIGA, 2013, p. 137).

Objetos especiais podem ainda demandar um sistema de monitoramento de UR e T no interior da vitrine.

Os suportes que apresentam os objetos no interior das caixas de exposição têm a função de sustentação, evitando tensões que podem deformar os objetos. Por isto devem ser projetados de acordo com o formato e peso do acervo, o material deve ser inerte, com superfície lisa para não produzir atrito, e o design deve o mais neutro possível, destacando o objeto.

De uma maneira geral, mesmo com o correto acondicionamento de obras em vitrines, recomenda-se avaliação constante do estado de conservação dos objetos e possíveis manifestações de agentes de deterioração, sendo assim, a capacitação de funcionários é essencial.

CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

A pesquisa deste trabalho foi desenvolvida através do método de estudo de caso. A investigação partiu do estudo do macro ambiente, depois o edifício, sala de exposição até chegar no objeto, a fim de correlacionar as variáveis climáticas com a conservação da coleção. O monitoramento ambiental, através de equipamentos medidores de temperatura e umidade, forneceram dados quantitativos à análise. O fluxograma (FIG. 28) indica o caminho percorrido nesta investigação:

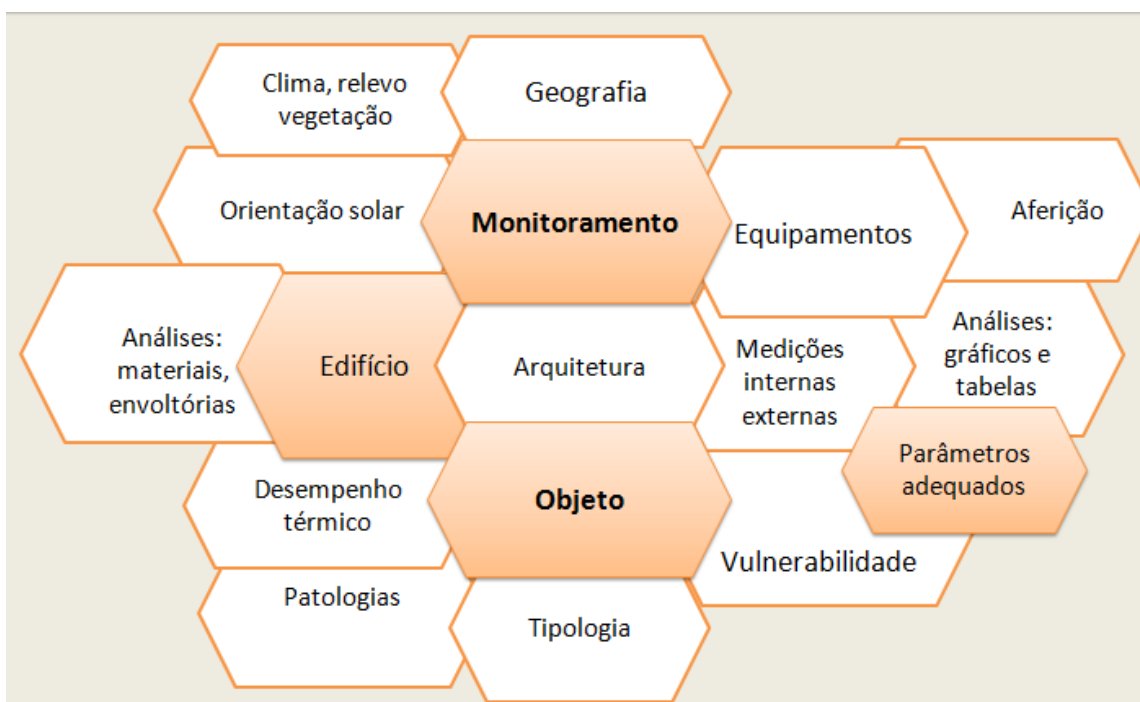


Figura 28 - Roteiro para a análise ambiental.
Fonte: arquivo pessoal (2015)

2.1 A Macro região: O Parque Estadual do Sumidouro

O *Parque Estadual do Sumidouro*⁶¹ (PESU) foi criado pelo decreto 20.375, de 04 de janeiro de 1980, com o nome de *Parque Ecológico do Vale do Sumidouro* e comporta uma área de

⁶¹ O nome Sumidouro refere-se à Lagoa do Sumidouro, importante sistema úmido, de grande relevância para a sobrevivência e a manutenção da diversidade faunística local. A lagoa possui um ponto de drenagem das águas da bacia típica dos terrenos calcários. "Trata-se de uma abertura natural para uma rede de galerias, por meio da qual um curso d'água penetra no subsolo denominado "sumidouro", termo que vem da palavra indígena "Anbanbonbacanhua", que significa "água parada que some no buraco da terra" (IEF, 2012).

aproximadamente de 2.004 hectares. Está localizado ao norte da área metropolitana de Belo Horizonte nos municípios de Lagoa Santa e Pedro Leopoldo. É uma região de belezas naturais tais como paredões rochosos, sumidouros, lagoas cársticas e uma vegetação exuberante, além do rico patrimônio arqueológico. O Parque está inteiramente inserido no espaço abrangido pela unidade de conservação federal da categoria de uso sustentável de recursos naturais – a *APA Carste de Lagoa Santa*⁶² (FIG.29), de responsabilidade gerencial do IBAMA. O Instituto Estadual de Florestas (IEF) é o órgão administrativo do PESU. O Parque tem o objetivo principal de promover a preservação ambiental e cultural, possibilitando atividades de pesquisa, conservação, educação ambiental e turismo (IEF, 2012).

O clima da região encontra-se sob o domínio do sistema denominado Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul. Apresenta elevado grau de UR e T devido à intensa radiação solar incidente. Trata-se de um clima quente, com temperatura do mês mais frio superior a 18 °C. Possui duas estações alternadas – um verão chuvoso e inverno seco –, com amplitudes térmicas anuais inferiores a 5 °C. É classificada por Köppen – Geiger como *Am*, ou seja, tropical úmido (ABREU, 1998).

Os resultados das análises climáticas na região⁶³ registraram um índice pluviométrico médio anual de 1.381 mm, com a máxima diária de 162 mm e um total de 105 dias de chuvas. O mês de janeiro o mês é mais chuvoso, e agosto o mais seco, 20% das chuvas têm uma duração superior a 4 horas. A média anual foi de 20,8°C, a média das máximas de 27,2 °C, e a média das mínimas 15,4 °C. Os meses mais frios são junho e julho. A evaporação média anual atingiu 1.000 mm. A direção predominante dos ventos registrada no período de 1961 a 1969 foi a sudeste, representando 65% do total das observações diárias; em seguida a direção nordeste com 13%. Quanto à velocidade, a média anual (dados entre 1961 e 1990) registrada foi de 1,4m/s. Os maiores valores mensais correspondem ao mês de setembro (média 1,4m/s) e os menores ao mês de julho (média 1,0 m/s) (GEOSFERA, 2010).

⁶² A APA Carste de Lagoa Santa foi criada pelo Governo Federal em 25 de janeiro de 1990, através do Decreto 98.881, editado com base nas Leis 6.902 de 27 de abril de 1981 e na Resolução/ COMANA/ nº 10 de 14 de dezembro de 1988.

⁶³ Os dados climatológicos foram baseados na estação de Lagoa Santa classificada como climatológica auxiliar, com dados do período 1961-1990 (interrupção entre 1971 a 1986), que era operada pelo INMET e que foi extinta em 1990. Com relação à pluviosidade foram utilizados dados da Estação 01943049 (ANA) de uma série histórica completa registrada entre os anos 1972 e 2007 (GEOSFERA, 2010).

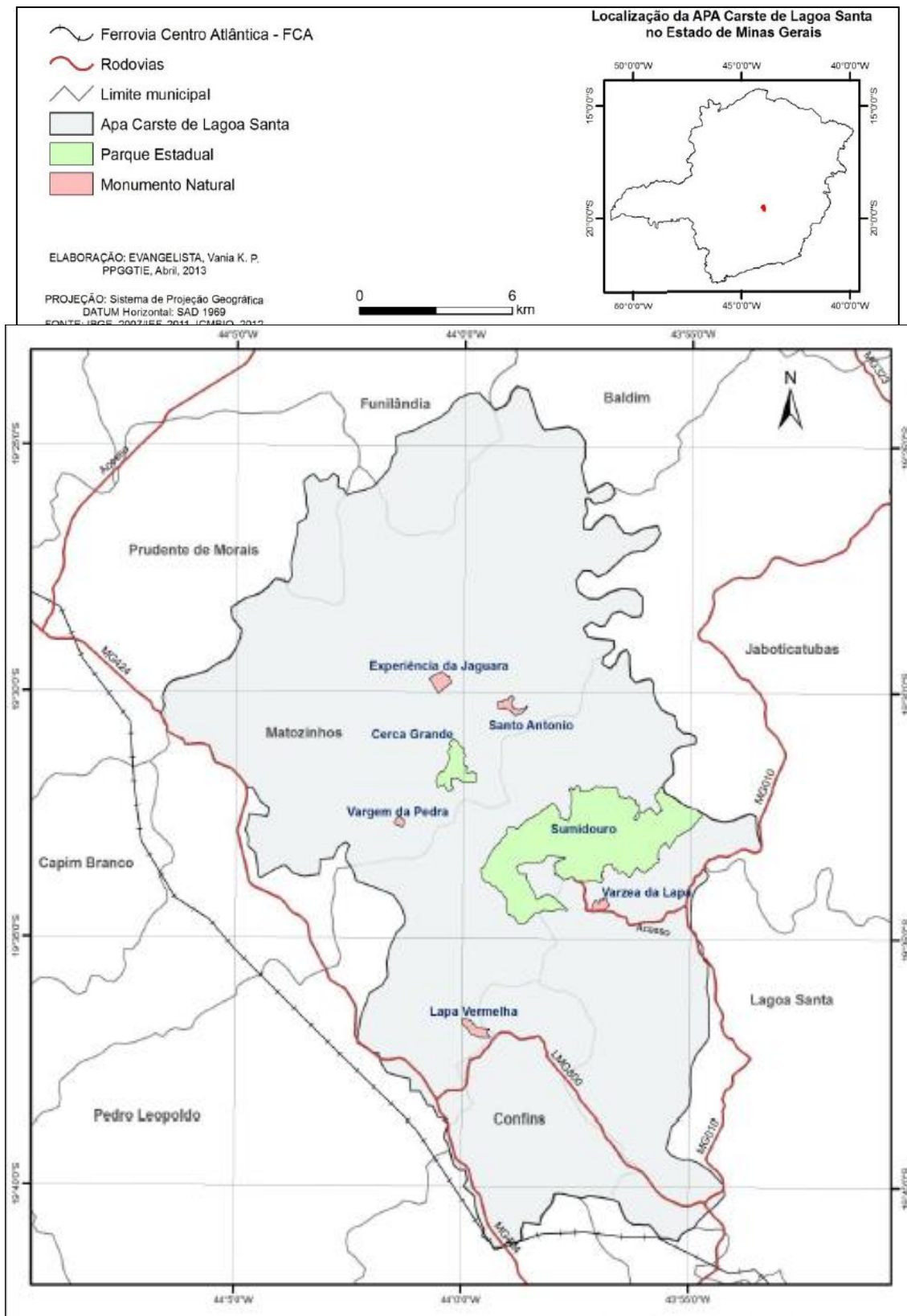


Figura 29 - Mapa com localização do Parque Estadual do Sumidouro no contexto regional.

Fonte: EVANGELISTA, TRAVASSOS, 2013.

De acordo com o IEF (2012) o PESU está situado no bioma do Cerrado, sendo 66% da área do parque composta por cerrado e 24% por campo cerrado. A vegetação é caracterizada pelas tipologias secundárias da Floresta Estacional Semi-decidual⁶⁴, expressões da Floresta Estacional Decidual, condicionadas pelos afloramentos calcários, e Cerradão, situado em zona de transição entre os biomas florestais atlânticos e o Cerrado.

O relevo da região apresenta dois tipos distintos: o compartimento cárstico e o compartimento não cárstico. O compartimento cárstico é composto por nove diferentes unidades morfológicas, relacionadas às feições cársticas dominantes na área da *APA Carste de Lagoa Santa*, sendo que na área do PESU as unidades geomorfológicas ocorrentes são o Planalto de Dolinas (planaltos de pequenas depressões - FIG. 30) e o Polié do Sumidouro (FIG.31) . O termo polié tem origem eslava, *polje*, representa uma grande planície de corrosão, apresentam fundo plano, atravessado por um fluxo contínuo de água que pode ser confinado em algum ponto por um sumidouro. Muitos poliés alojam lagoas temporárias. (EVANGELISTA, TRAVASSOS, 2013).

A paisagem da Lagoa do Sumidouro é belíssima (FIG 32), mas seu uso é impróprio ao lazer.

De acordo com estudos limnológicos realizados na área da APA, a Lagoa do Sumidouro foi considerada imprópria à recreação, devido principalmente à ocorrência de planorbídeos vetores da esquistossomose. Um outro fator considerado como restritivo ao uso deste corpo d'água para recreação refere-se à ameaça de "floração algal", visto as características próprias encontradas nas populações fitoplanctônicas e na qualidade química da água. Os teores detectados de sais nutritivos em solução possibilitam o aparecimento desse fenômeno (HERRMAN, 1998, p.13).

⁶⁴ A floresta estacional semidecidual constitui uma vegetação pertencente ao bioma da mata atlântica (Mata Atlântica do Interior), sendo típica do Brasil Central e condicionada a dupla estacionalidade climática: uma estação com chuvas intensas de verão, seguidas por um período de estiagem. Fonte: <https://pt.wikipedia.org>. Acesso em 10/02/2014.

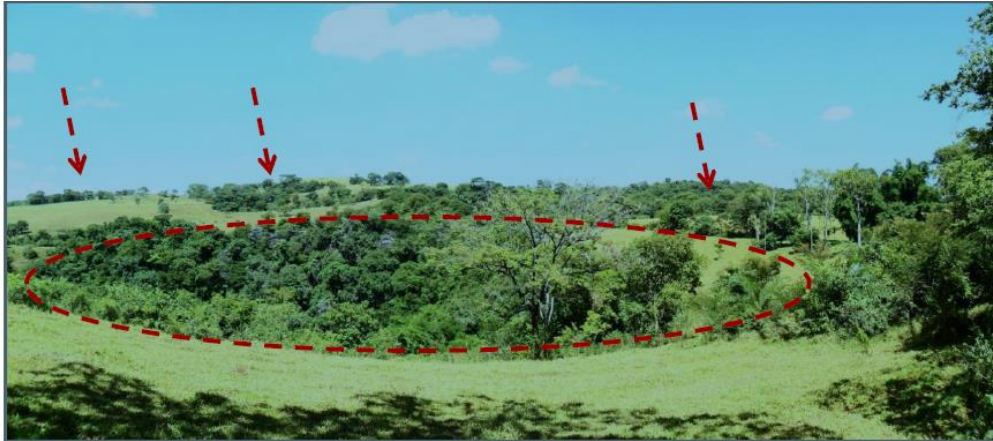


Figura 30 - Planalto de Dolinas
O tracejado indica a dimensão das dolinas e as setas a localização das demais no Planalto homônimo.
Fonte: EVANGELISTA, TRAVASSOS (2013).



Figura 31 - Vista panorâmica do polié e do maciço Sumidouro.
Fonte: EVANGELISTA, TRAVASSOS (2013).



Figura 32 - Lagoa do Sumidouro
Fonte: EVANGELISTA, TRAVASSOS (2013).

2.2 O Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa

A estratégia de se optar por um estudo de caso nesta investigação reside no fato de poder trabalhar com situações concretas, relacionando a pesquisa teórica com a pesquisa de campo.

O estudo de caso é uma caracterização abrangente para designar uma diversidade de pesquisas que coletam e registram dados de um caso particular ou de vários casos a fim de organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência, ou avaliá-la analiticamente, objetivando tomar decisões a seu respeito ou propor uma ação transformadora (CHIZZOTTI, 2006, p. 102).

O *Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa* é conhecido também por *Museu da Lapinha*, devido à proximidade com a gruta de mesmo nome, ou simplesmente *Castelinho*, em referência ao estilo arquitetônico. Foi construído e inaugurado em 1972 pelo imigrante húngaro Mihály Bányai (1920-2005), considerado um "arqueólogo amador", que conseguiu reunir cerca de 30.000 fragmentos arqueológicos, entre ossadas de animais e humanos, artefatos cerâmicos e líticos; minerais e animais taxidermizados. Parte do acervo está no Museu e parte fica acondicionada em um anexo próximo (FRONER, 2012).

A edificação localiza-se na Rua do Rosário s/nº, no bairro da Lapinha, município de Lagoa Santa, Minas Gerais, com acesso pelo km 44 da MG-010 em direção à Serra do Cipó (FIG. 33). Situa-se ao lado do *Sítio Arqueológico Gruta da Lapinha* (CNSA MG00329),⁶⁵ nos domínios da *Unidade de Conservação Parque Estadual do Sumidouro* (PESU), uma região de reconhecida projeção no cenário da pesquisa científica, nacional e internacional, há pelo menos 200 anos.

Esta região sediou inúmeras e sucessivas equipes de pesquisa arqueológica (FIG. 34). As primeiras investigações foram do naturalista dinamarquês Peter Lund (1801-1880), que se instalou na região em 1835, desenvolvendo estudos sobre botânica, geografia, zoologia, geologia de cavernas, etnografia e arqueologia. Lund e seu assistente, o topógrafo e desenhista Peter Brandt (FIG. 35), visitaram cerca 800 grutas na região.

⁶⁵ Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico – CNSA/IPHAN.

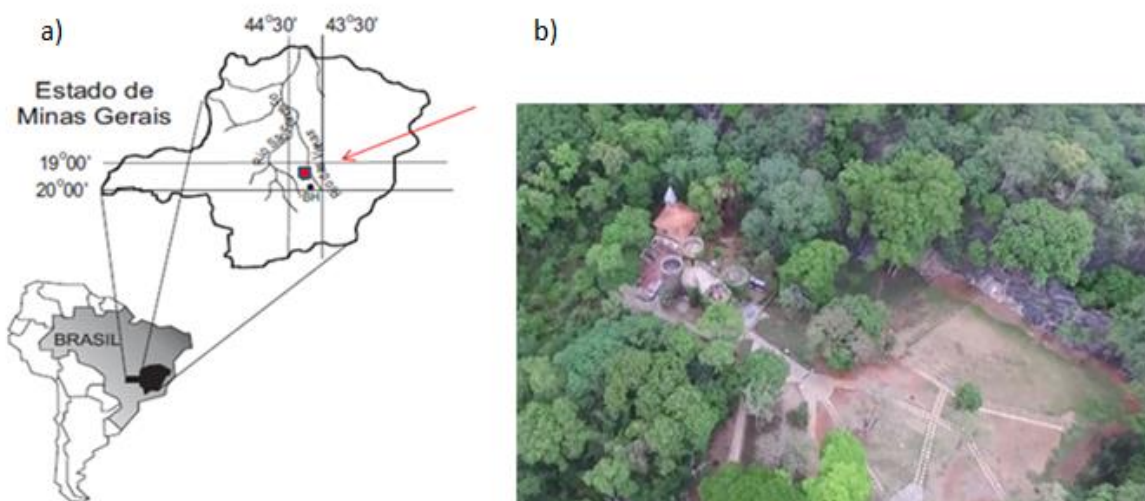


Figura 33 - Localização do MARLS

a) Mapa. Fonte: BERBERT-

b) Vista aérea. Fonte: Paolo Cassano (BH Drones) e acervo do Projeto Manuelzão (2016)⁶⁶

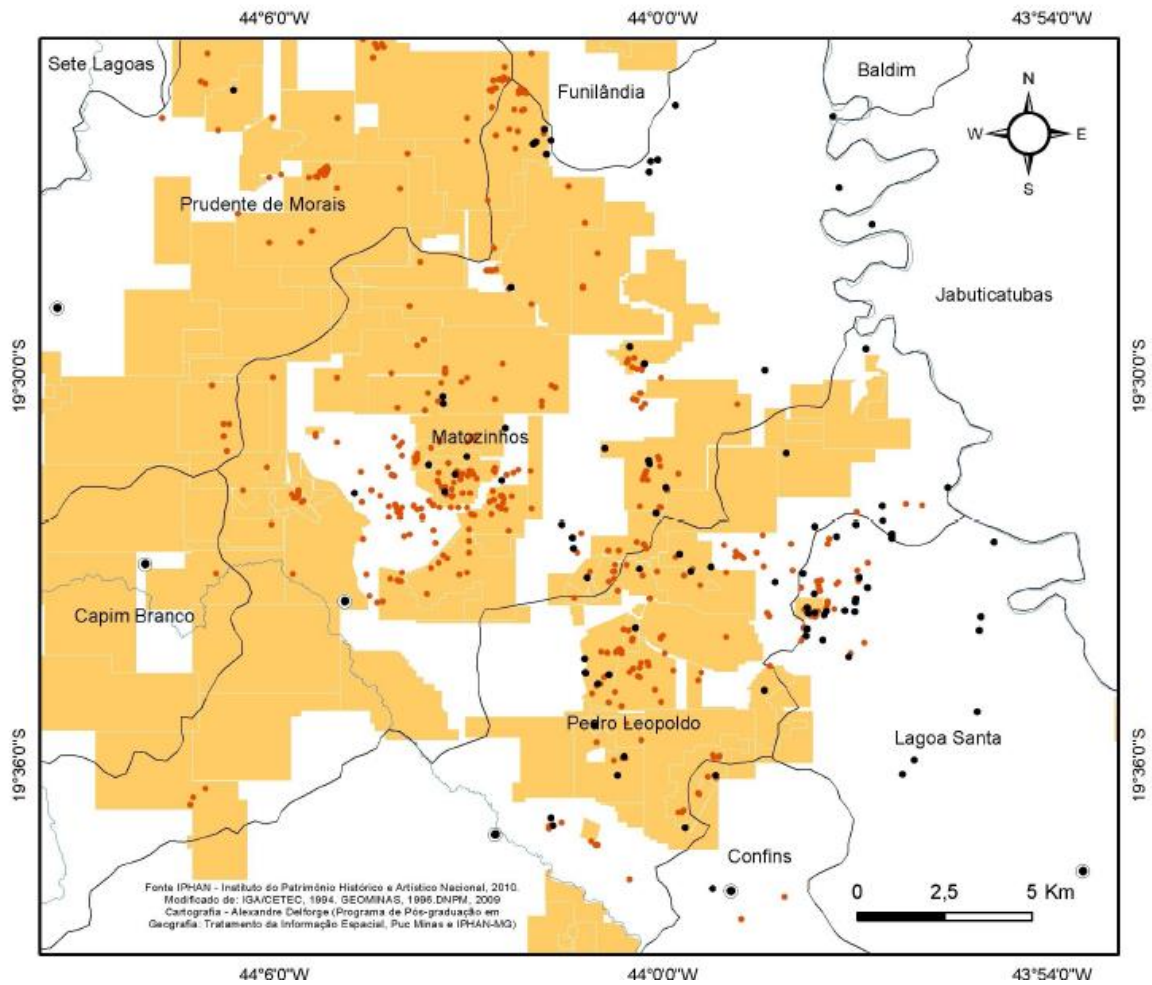
Na Gruta do Sumidouro encontraram "restos de mais de 30 indivíduos misturados com animais extintos, tais como a capivara gigante (*Hydrocaerurus sulcidens*), o grande jaguar (*Felis protophanter*), o lobo de caverna (*Palaeocyon troglodytes*) e o cavalo (*Equus ferus*) (LUND, 1845; apud NEVES et al, 2014, p. 3)⁶⁷. Em 1843 Lund encontrou vestígios de homens pré históricos, cujos estudos definiram as características do "Homem de Lagoa Santa" (PROUS, 2013).

O padre jesuíta *J. Padberg Drenkpohl*, considerado o primeiro arqueólogo profissional no Brasil, foi contratado pelo *Museu Nacional do Rio de Janeiro* (MNRJ) e realizou 3 campanhas de escavações entre 1926 e 1929. Após suas investigações, nada foi publicado e o material coletado, bem como os relatórios, foram enviado para o MNRJ.

Entre 1940 e de 1960 a região foi explorada pelos pesquisadores da *Academia de Ciências de Minas Gerais*, dentre os quais se sobressaíram *Herald Walter* (cônsul do reino Unido), *Josapha Penna*, *Aníbal Mattos* (artista plástico) e *Marcos Rubinger*.

⁶⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=BVDNPiMyqRg&feature=youtu.be>. Acesso 10/1/2016.

⁶⁷ LUND, P. W. Notícia sobre ossadas humanas fósseis achadas numa caverna no Brasil. In: COUTO, C. P. (Org.). Memórias sobre a paleontologia brasileira. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1845 [1950], p. 465-484.



- Exploração de calcário.
- Sítios arqueológicos pré-coloniais
- Cavidades naturais registradas
- Sedes Municipais
- Rios
- Limites municipais

Figura 34 - Região de Lagoa Santa: Sítios arqueológicos pré-coloniais georeferenciados e cavernas registradas.
 Fonte: DELFORGE, 2010

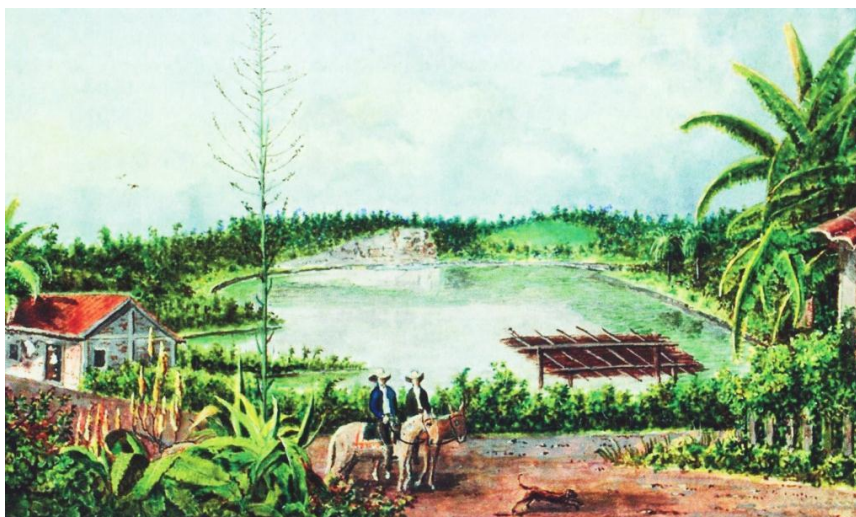


Figura 35 - Pintura de Brandt para artigo de Lund sobre o Sumidouro.
Fonte: HOLTEN; STERLL⁶⁸, 2011; apud EVANGELISTA, TRAVASSOS (2013).

Na década de 1950 veio a *Missão Arqueológica Norte Americana*, com o museólogo e arqueólogo norte-americano *W. Hurt* à frente das expedições. Foram realizadas prospecções em abrigos, retirando um grande número de materiais líticos e ósseos (NEVES, 2014).

A historiadora francesa *Annete Laming-Emperaire* organizou uma missão franco-brasileira na década de 70. Os primeiros trabalhos ocorreram nas imediações dos atuais municípios de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Confins e Matozinhos, com a participação de arqueólogos do *Museu Paulista*. A partir de 1973 o grupo recebeu integrantes de vários estados brasileiros. Em 1976 membros do recém-criado Setor de Arqueologia de Minas Gerais integraram-se à equipe. O destaque maior desta expedição foi a descoberta do fóssil mais antigo do país, no *Sítio Arqueológico Lapa Vermelha* (MG 00634), conhecido na *mídia* por *Luzia*, fóssil enviado ao MHRJ (FIG. 36). Ficou comprovado também, pelas pesquisas deste grupo, que a arte rupestre no Brasil era milenar, contrariando as teorias anteriores que a consideravam mais recente. No final dos anos 70 o setor de Arqueologia do *Museu de História Natural e Jardim Botânico* (MHNJB) da UFMG, desempenhou novas investigações sob a direção do professor André Prous. Pesquisadores de antropologia biológica da USP trabalham desde 2000, com projetos iniciados por Walter Neves. As escavações deste grupo continuam até os dias atuais, gerando importantes dados para o entendimento das antigas civilizações que ocuparam a região (PROUS, 2013).

⁶⁸ HOLTEN. B.; STERLL, M. *Peter Lund e as grutas com ossos em Lagoa Santa*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011.

O IPHAN definiu o MNRJ como o local de depósito das coleções geradas pela Missão Francesa, pois não existia um local para sediar material arqueológico em Minas Gerais. Somente após a criação do Setor de Arqueologia da UFMG, em 1976, os vestígios coletados pela pesquisa desta universidade passam a ser depositados no MHNJB (NEVES, 2014). As publicações sobre a arqueologia regional da Missão Francesa saíram em francês⁶⁹.

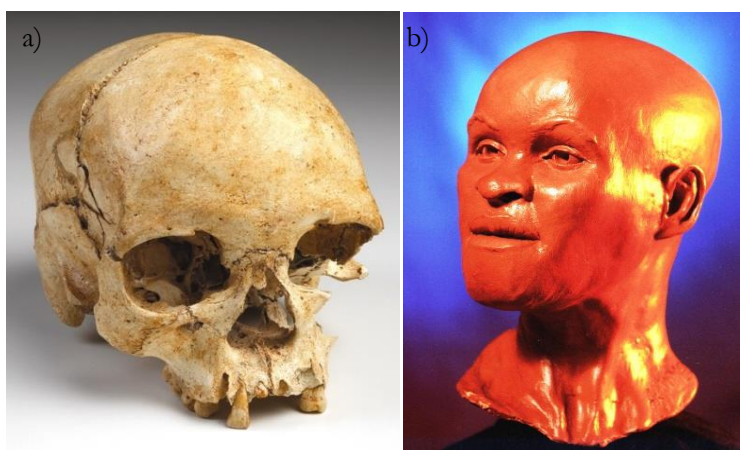


Figura 36 - Fóssil Luzia
a) Fóssil b) Reconstituição computadorizada.

Fonte: MNRJ, 2002⁷⁰.

A criação do Museu por Mihály Banyai preencheu uma lacuna importante para a população local, ignorada pelas políticas patrimoniais vigentes. O MARLS foi o primeiro empreendimento que visou uma comunicação com a comunidade do que foi pesquisado e retirado nas escavações arqueológicas. Este fato certamente contribuiu para criar laços afetivos entre a comunidade e o *Castelinho* (nome mais usado pelos moradores da região). Desde a sua fundação o Museu tornou-se referência para a região e fonte para pesquisas científicas de caráter nacional e internacional.

Além do potencial de pesquisa do acervo do Museu, sua existência contribui a formação dos cidadãos de Lagoa Santa além de várias outras instituições e escolas em nível de todo o Brasil e o reconhecimento da projeção desta localidade no cenário da pesquisa científica, nacional e internacional. É uma das poucas instituições culturais da região que atende as escolas locais, formando alunos e os incentivado no campo da

⁶⁹ LAMING-EMPERAIRE, Annette, PROUS, A., MORAES, A.V. de & BELTRÃO, M. da C. de M.C. *Grottes et abris de la région de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brésil. Cahiers d'Archéologie d'Amérique du Sud*. Paris, n.1, 1974.

⁷⁰ Disponível em <http://www.museunacional.ufrj.br/guiaMN/Guia/paginas/7/luzia.htm>. Acesso em 05 de março de 2014.

pesquisa Arqueológica, da Biologia e das Ciências Ambientais. Ao longo de seus trinta e oito anos de existência, desenvolve a função social máxima de um museu: formar e gerar um sentido de pertencimento de uma coletividade, criando sua identidade e desenvolvendo sua autoestima. Moradores do entorno, cidadãos de Lagoa Santa e turistas a caminho da Serra do Cipó tem este espaço cultural como referência, além dos próprios pesquisadores que conduzem estes inúmeros projetos (FRONER, 2012, p. 6-7).

Somente em 1983 a prefeitura de Lagoa Santa criou o *Centro de Arqueologia Annette Laming Emperaire* (CAALE), com acervo cedido pelo MHNJB e MNRJ. O espaço apresenta fósseis, painéis rupestres, fotografias etnográficas e artefatos líticos e réplicas. A documentação fotográfica foi doada pela Embaixada da Dinamarca. O CAALE (FIG. 37) visa a proteção e estudo do patrimônio arqueológico da região e promove programas de educação patrimonial destinados ao ensino formal e não formal (SILVA, GUIMARÃES, 2005).



Figura 37 - Detalhe exposição CAALE.

Fonte: SILVA, GUIMARÃES (2005).

O construção do MARLS em formato de castelo (FIG. 38) foi idealizado pelo Sr. Mihály e sobre este estilo Froner pontua:

O castelo que surgiu em Lagoa Santa remete-se à releitura idealizada do passado. Ainda que não seja o prédio mais adequado para receber um museu, o castelo de Bányai é o lugar mais do que adequado para servir de centro para uma trama imaginária que liga as diversas produções e releituras que articulam gabinetes de curiosidades europeus do início da Idade Moderna, a produção arqueológica, os restos de uma época ancestral e a compreensão do autor, que tentava descobrir continuidades entre os paleoíndios brasileiros e a Europa (FRONER, 2013, p. 84).



Figura 38 - O MARLS

Fonte: arquivo pessoal (2012)

Atualmente a administração do museu é feita pela filha do fundador, Sra. Érika Banyái, que reside com o filho, no andar superior às salas de exposição. A Instituição foi tombada na esfera municipal pelo Decreto N° 2.535, de 18 de julho de 2013⁷¹.

Destaca-se abaixo alguns pesquisadores que já passaram pela instituição⁷²:

- Luiz Souza, Yacy Ara Froner e equipe de alunos da UFMG: 2011, 2012 e 2013.
- Jean Marc Rios: veio da França em 2012 e realizou sua pesquisa de mestrado no museu. Título: *Etat des lieux, projet Musées de Territoire Lapinha*.
- André Strauss (pesquisador da USP): recolheu material ósseo para pesquisa de DNA em 2015.
- Adriano Carvalho (Arqueólogo, UFMG): estudou o acervo de cerâmicas tupiguaranis em 2007.
- Thelma Palha (estudante de museologia, UFMG): Estágio.
- Mauro Bruno Lacerda: inventariou o Museu para constar em seu trabalho de graduação, objetivando registrar e divulgar os Museus de Ciências paleontológicas de Minas Gerais.
- Wenderson Cardoso: está realizando pesquisas para sua tese doutorado. Título: *Museu Arqueológico da Lapinha no processo de ensino-aprendizagem da educação e conscientização socioambiental: aplicabilidade do projeto educativo-comunicacional “Abraçando o PESU*. Ano 2015.

⁷¹ file:///C:/Users/Adm/Downloads/D25352013%20(4).pdf. Acesso em 5/11/2015.

⁷² Informações recebida pela administradora do MARLS Érika Bányai.

A relação com a comunidade é intensificada pelo desempenho da gestora Érika Bányai, que além das funções administrativas do museu é atuante na comunidade de Lagoa Santa e arredores, trabalhando também como agente educadora. Um ponto diferenciado dos trabalhos de educação patrimonial desenvolvidos no museu está na dimensão em que as atividades são realizadas – elas compreendem a observação *in loco* do rico patrimônio da região com caminhadas, visitas a sítios arqueológicos (FIG. 39) , palestras em escolas, oficinas de arte e visitas guiadas no espaço do museu (FIG 40). Devemos pontuar também os festejos populares que acontecem no local (FIG. 41).



Figura 39 - Visitas a grutas

Fonte: BÁNYAI (2015)



Figura 40 - Estudante no MARLS

a) Alunos 9º ano de Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia. Disciplina: Paleontologia. b) Palestra para alunos do Colégio N. Sra. do Sagrado Coração de Divinópolis (MG)

Fonte: BÁNYAI (2016)



Figura 41 - Eventos no Museu.

Fonte: BÁNYAI (2013)

2.2.1 O MARLS na gestão do Parque Estadual do Sumidouro

No site do IEF⁷³ são listados os seguintes atrativos do parque: gruta da Lapinha, circuito Lapinha, Escalada, Casa Fernão Dias, Trilha do Sumidouro, Trilha da Travessia e o *Museu Peter Lund* (inaugurado em 2012, bem próximo à gruta da Lapinha). O MARLS apesar de inserido no contexto do parque não é citado como "atrativo" e tem ficado à margem das políticas de gestão do IEF.

Na realidade, a situação do museu não foi definida durante o processo de implantação do PESU e permanece ainda sem uma decisão final. O destino do imóvel pertencente à família Bányai, e do acervo – os artefatos arqueológicos pertencentes à União, cujo órgão responsável é o IPHAN –, não foram deliberados deixando uma lacuna que acabou gerando conflitos. No processo ficaram indeterminadas importantes questões tais como: o imóvel (*Castelinho*) seria desapropriado? Indenizado? Demolido? O acervo seria direcionado para qual Instituição? Qual a opinião da população local? Como ficaria a história construída a mais de quarenta anos entre o *Castelinho* e a comunidade? O Museu poderia ser tombado? Como adequar as mudanças à tradição local?

Uma das ações dentro da gestão do governo de Antonio Anastasia, para valorização do PESU, foi a construção do *Museu Peter Lund* em 2012. O local foi projetado para receber parte do acervo coletado por Lund e enviado na época à Dinamarca. Estima-se que **12 mil peças** despachadas pelo naturalista dinamarquês estejam hoje no *Museu Real de Copenhague*. O *Museu Peter Lund* foi inaugurado em 21 de setembro de 2012 e sua construção tem cerca de 1.850 m². Fica a 100 metros da gruta da Lapinha, bem próximo ao MARLS. Dispõe de duas salas apresentando o Plano de Manejo do Parque, sala multiuso para projeção de

⁷³ <http://www.ief.mg.gov.br/areas-protetidas/215?task=view>. Acesso em 10 de janeiro de 2016.

filmes, realização de palestras e workshops. No último piso ficam duas salas sendo que em uma delas está o acervo vindo do *Museu de História Natural da Dinamarca* – 80 artefatos fósseis –, cedidas em regime de comodato, pelo período inicial de três anos. A sala de exposição foi climatizada atendendo as exigências do governo dinamarquês (REVISTA VIRTUAL DE LAGOA SANTA, 2012)⁷⁴.

Paralelamente à construção deste museu (FIG. 42) reformou-se também a praça em frente à gruta. Foram retirados os quiosques de uso público e as barraquinhas que vendiam artesanato e comidas típicas. Uma grade com um portão foi inserido para controle de entrada na gruta da Lapinha. (FIG. 43 e 44).

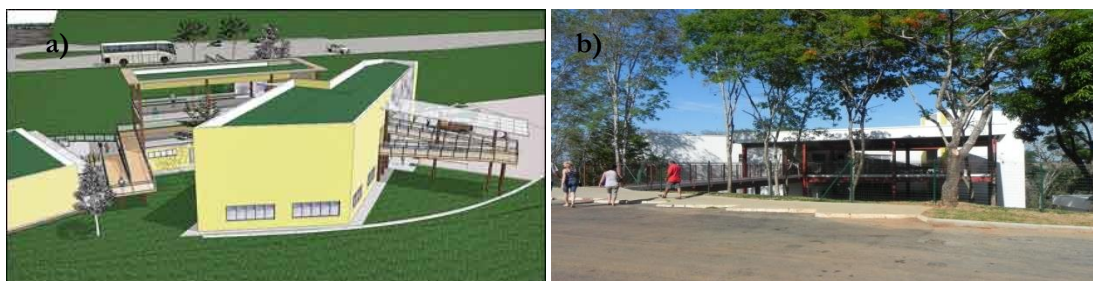


Figura 42 - Museu Peter Lund

- a) O Projeto. Fonte: LAGOA SANTA, 2012
- b) O Museu Peter Lund.

Fonte: Arquivo pessoal, 2013



Figura 43- Praça Antes da reforma e depois da reforma.

Fonte: Lagoa Santa (2013)

⁷⁴ http://www.lagoasanta.com.br/gruta/receptivo_lapinha_pedra_fundamental05_09.htm. Acesso em 10 de dezembro de 2015.



Figura 44 - Imagens aéreas do PESU, tomadas na visita técnica dos cursos de Geografia e Turismo da UFMG.

Fonte:: Paolo Cassano (BH Drones) e acervo do Projeto Manuelzão (2016).⁷⁵

Estas alterações não foram bem recebidas pela comunidade. As doceiras, os artesãos e a comunidade se sentiram excluídos do espaço. O espaço já era tradicional e muitas pessoas iam ao local apenas para fazer um lanche. Nas terras mineiras a tradição do bom café, bolos e rosquinhas é marcante. Um exemplo é o *Café no Beco*, que desde 2001, movimenta o centro histórico da cidade de Diamantina nos domingos pela manhã. O *Beco da Tecla*, local onde este evento se realiza, se tornou ponto de encontro da população, músicos, artesãos e turistas. Na simplicidade e no carisma mineiro, o café é servido em barraquinhas e as quitandeiras locais vendem seus petiscos. Todos os que lá passam vivenciam a tradição, e o evento se torna também fonte de renda para a comunidade diamantinense, sendo um modelo de ação de sustentabilidade, cultura e turismo.

Atualmente a lanchonete e a lojinha do *Museu Peter Lund* encontram-se fechados. Érica Bányai disponibilizou um espaço ao lado do MARLS para venda de salgados (FIG. 45). Instalou também na sua recepção um pequeno frigobar e expõe doces da região para venda aos visitantes. Certamente é necessário que a gestão do PESU invista mais neste setor, valorizando os costumes da região.

⁷⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=BVDNPiMyqRg&feature=youtu.be>. Acesso 10/1/2016.



Figura 45 - Localização das barraquinhas ao lado do MARLS.

Fonte: arquivo pessoal, 2016.

A grade e o portão instalados eram inconvenientes também para os visitantes do MARLS. Apesar do portão não ficar trancado (permanecia apenas fechado), intimidava o livre acesso, gerando inclusive, dificuldades na venda de ingressos. Na foto (43) fica explícito a ambiguidade da situação – a placa de "Bem Vindos ao Museu da Lapinha" sobre a grade e o portão fechado ao lado –. Através de uma ação da Promotoria Pública de Lagoa Santa, o portão foi retirado em 2015 (FIG. 46). No processo consta:

Chegou ao conhecimento do Ministério Público de Minas Gerais que a Gruta da Lapinha padece de algumas irregularidades e ilegalidades, sendo elas: 1 - Venda casada de ingressos para visita á Gruta da Lapinha e ao Museu Peter Lund. 2 - **Cobrança de ingresso no valor de R\$ 10,00 (dez reais) para os interessados que desejarem usufruir da Praça da Gruta (colocação de grade no entorno).** 3 - Cobrança para visitação do Museu Peter Lund (LAGOA SANTA, 2015, grifo nosso).

A grade bloqueia também a entrada de caminhões. Recentemente, o fornecimento de água do MARLS foi cortado devido a problemas da Copasa, e o Museu não conseguiu receber água do caminhão pipa da prefeitura de Lagoa Santa, pois este não conseguiu passar pelo vão livre existente. Este incidente aconteceu em abril de 2006.



Figura 46 - Entrada atual, após retirada do portão.

Fonte: arquivo pessoal (2016)

A preservação do MALRS foi resultado da intervenção do Ministério Público Federal, através da Procuradora da República *Zani Cajueiro Tobias de Souza*, que reconheceu o valor da instituição e apoiou a *Associação dos Amigos do Museu Arqueológico da Região de Lagoa Santa* (AMAR), promovendo o tombamento municipal do museu. Segundo a Procuradora a incerteza sobre o futuro do Museu perante os órgãos Estaduais e Federais competentes, motivou buscar na legislação municipal medidas de proteção.

A pressão antrópica no vetor norte acabou tirando do papel a regularização fundiária do Parque do Sumidouro. E qual não foi a nossa surpresa quando, após sinalizar com a celebração de um acordo entre IPHAN, IEF e MPF, através do qual a autarquia federal seria cessionária do espaço e manteria o museu, justamente por reconhecer o valor de seu acervo e de sua reserva técnica, o governo do estado mudou de posicionamento, indicando que o Museu da Lapinha **não** fará parte da **Rota Lund**. Além disso, não esclareceu se iria mantê-lo, e o nosso receio era de que o imóvel viesse a ser demolido, o acervo retirado, ou ambos (TOBIAS, 2013, grifo nosso).

A *Rota Lund* citada por Tobias (2013), é um projeto elaborado pelas secretarias do *Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*, de *Cultura e Turismo*, denominado *Rotas das Grutas Peter Lund*, cujo objetivo é impulsionar o desenvolvimento regional através do turismo, valorizando e demarcando os locais por onde o naturalista, pesquisador Peter Lund passou. O *Parque Estadual do Sumidouro* pertence ao programa (FIG.47), porém como a situação do MARLS não está ainda definida perante aos órgãos estadual e federal, a instituição não é contemplada na rota. O programa pretende promover o desenvolvimento regional com a estruturação de um roteiro nacional e internacional, pautado em elementos naturais e

culturais da região cárstica nos municípios que englobam a rota das grutas de Lund: Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Sete Lagoas e Cordisburgo.

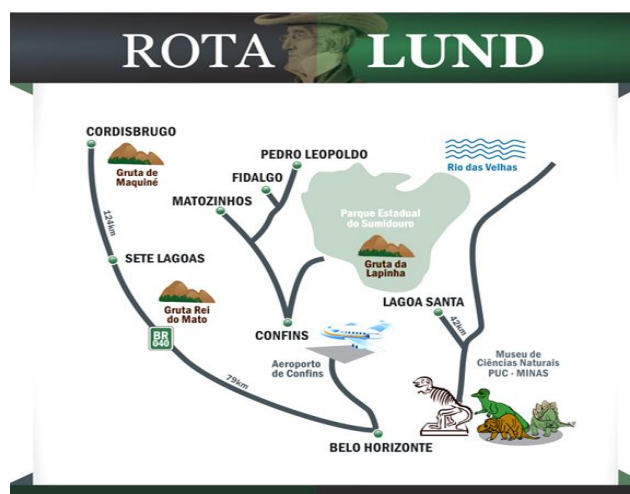


Figura 47 - Mapa da Rota das Grutas Peter Lund

Fonte: MG (2015)⁷⁶

Recentemente foi lançado um edital da primeira *Parceria Público-Privada* (PPP) em áreas de preservação ambiental do Brasil. A licitação do projeto irá selecionar um parceiro privado para gerir as três regiões que compõem a *Rota das Grutas Peter Lund*. Tivemos a oportunidade de participar de uma audiência na Procuradoria Pública Federal, presidida pela Dra. Zane Cajueiro, ocorrida em 14 de março de 2014, com a participação de integrantes do IEF, responsáveis pela PPP, integrantes da AMAR, professora YacyAra Froner e Érika Bányai. Alguns proprietários de terras na região do PESU já resolveram a situação fundiária. Mas a propriedade da família Bányai ainda não foi contemplada, fato que implica consequências negativas ao patrimônio cultural inserido no contexto. Para esta situação cabe a reflexão:

Como os museus e instituições de patrimônio vem trabalhando com o tema da alteridade? Uma vez entendido que o conceito de cultura, e por extensão, o de diversidade cultural formulados no contexto dos estudos antropológicos deslizarão do campo propriamente acadêmico para serem **apropriados por políticas públicas** e por instituições no campo da memória, como tem se dado na sociedade contemporânea, esse processo de identificação, registro e preservação da chamada memória

⁷⁶Disponível em <http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticias/rota-das-grutas-peter-lund-e-uma-viagem-no-tempo>. Acesso em 5/11/2015.

do outro? **O que tem sido considerado "digno" de ser preservado?** para onde apontam as políticas públicas na equação "museus, patrimônio e diferenças culturais"? **Qual o papel dos museus e das constituições de patrimônio enquanto espaço de mostra das diferenças culturais na época da globalização?** (ABREU, 2007, p.114, grifos nosso).

No caso específico do MARLS, apesar do empenho da direção do museu, da AMAR, dos moradores e do MPF, a instituição sofre uma conotação negativa quanto a sua qualificação na área do Parque. No final das contas quem sai em prejuízo é a própria comunidade e o patrimônio cultural. O reflexo das ações de gestão do PESU perante ao MARLS, é comprovado pelo quadro 10 que apresenta o número de visitantes de 2003 a 2015

Quadro 10 - MARLS: Número de visitantes por ano

Ano	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Nº visitantes	4.300	4.800	5.100	9.030	10.500	10.100	11.230	9.108	18.774	15.921	8.307	9.773	11.750

Fonte: BÁNYAI, 2016.

O número de visitantes foi crescendo gradativamente, com um aumento substancial nos anos 2011 e 2012, em consequência do trabalho desenvolvido por Érika Bányai no agendamento das visitas do Parque neste período. O MARLS era incluído na divulgação e agendamento. Em 2013, com a sua saída deste setor, a visitação caiu consideravelmente. A redução no número de visitantes prejudica financeiramente a instituição que se sustenta com a venda de ingressos, R\$ 3,00 por pessoa. Do número de visitantes apresentado no quadro 10, não foram descontados as cortesias para crianças até 5 anos, moradores da comunidade Lapinha, motoristas e guias de grupo. Com o valor arrecadado é que se mantém os custos administrativos, manutenção do acervo, do edifício e demais necessidades da instituição. Pouca visitação acaba significando poucos recursos a investir na gestão museal.

2.2.2 Levantamento de dados sobre a instituição

O edifício foi construído na década de 1970 (FIG. 48, 49, 50 e 51). Trata-se de uma construção retangular, imitando um castelo medieval e possui em cada vértice do retângulo uma torre. Foi idealizado pelo fundador, o Sr. Myháli Bányai. O edifício é composto por 3 níveis. No pavimento térreo funciona o museu, organizado em seis ambientes distintos, sendo recepção e cinco espaços expositivos, que se intercomunicam por aberturas, sem portas internas. A entrada para o banheiro é externa, ao lado da escada que conduz ao

pavimento superior. O segundo pavimento é residencial, possui um pátio central aberto e 4 cômodos, um em cada torre, sendo dois quartos, uma cozinha e um banheiro (FIG. 52 a). Nos fundos do edifício, acompanhando o declive do terreno existe mais um cômodo grande que é utilizado como depósito. A reserva técnica funciona em outro anexo localizado bem próximo, com acesso independente, ao lado do museu (FIG. 52 b).



Figura 48 - Imagens da construção do MARLS.

Fonte: Acervo Família Bányai (1970)



Figura 49 - Imagens da construção do MARLS.

Fonte: Acervo Família Bányai (1970)

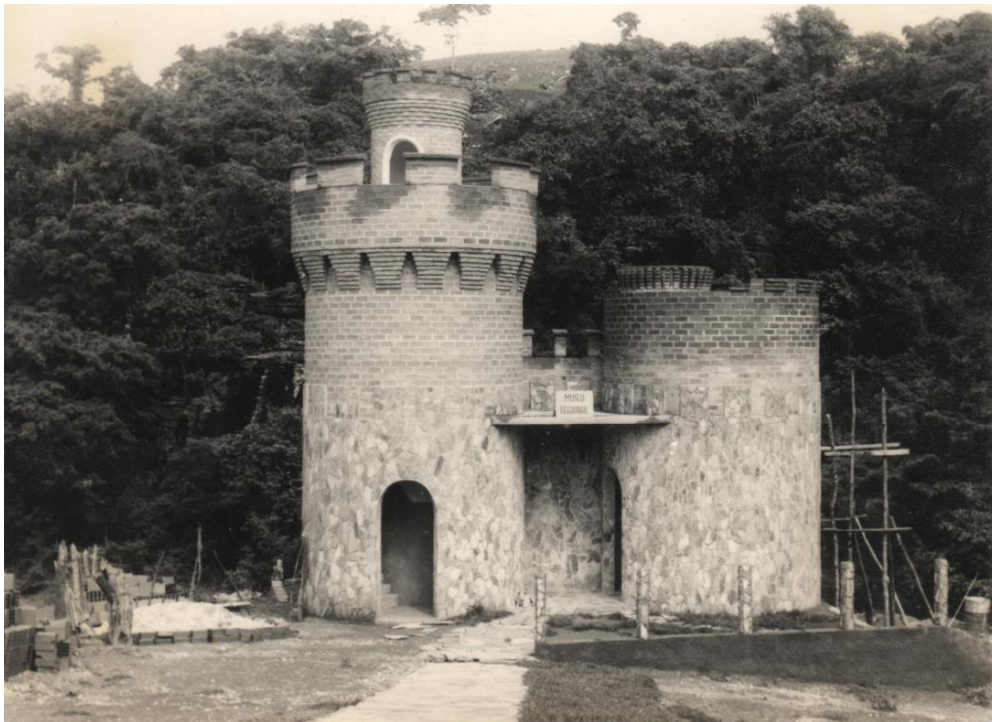


Figura 50 - Imagens da construção do MARLS.

Fonte: Acervo Família Bányai (1970)



Figura 51 - MARLS

Fonte: Acervo Família Bányai (197-)



Figura 52 - O MARLS
a) Segundo pavimento; b) Edifício da reserva técnica.

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

O edifício é circundado pelo paredão rochoso que compõe a gruta da Lapinha e uma pequena mata. Nas proximidades encontram-se arbustos, plantas ornamentais e grama.

Fica afastado cerca de 50 metros da entrada do parque, onde está o estacionamento e o Museu Peter Lund.

Após identificação dos espaços, iniciou-se o levantamento sobre a construção do MARLS, com a verificação dos projetos originais originais (FIG.53), conferência de medidas e avaliação dos materiais construtivos. Uma nova planta foi desenhada (FIG.54), através do programa AutoCAD. Conferindo-se assim, as medidas e o norte geográfico (ou verdadeiro). Para este último procedimento foi necessário:

- Coleta de dados da cidade de Lagoa Santa:
latitude: -19:37:38 ; longitude: 43:53:23; altitude: 760 m.
- Determinação do ângulo de declinação magnética (D), através da Carta de Declinação Magnética do Brasil (disponível no site do Observatório Nacional)⁷⁷. Resultado obtido $D = - 22.50^\circ$ (o sinal negativo informa que o norte magnético está à esquerda do norte geográfico).
- Confirmação do norte geográfico, construindo uma reta normal à parede do edifício, posicionando corretamente o transferidor para a marcação da D e utilizando a bússola para definir o norte geográfico (este procedimento foi executado no museu).

As informações sobre a construção e a tipologia de material empregado foram coletadas em entrevista com a gestora da instituição, e a partir das observações no local. O Quadro 11 organiza estas informações.

⁷⁷ <http://www.on.br/conteudo/modelo.php?endereco=servicos/servicos.html>. Acesso em 20 de maio de 2015.

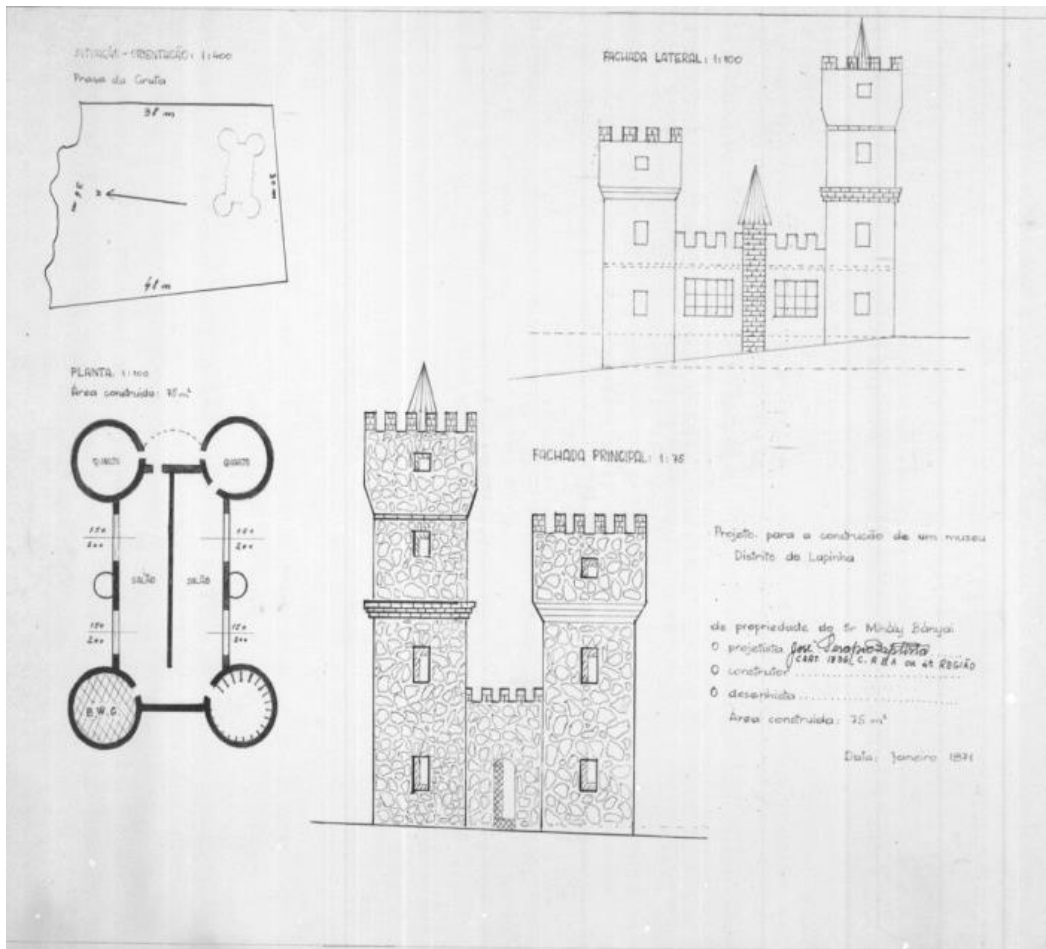
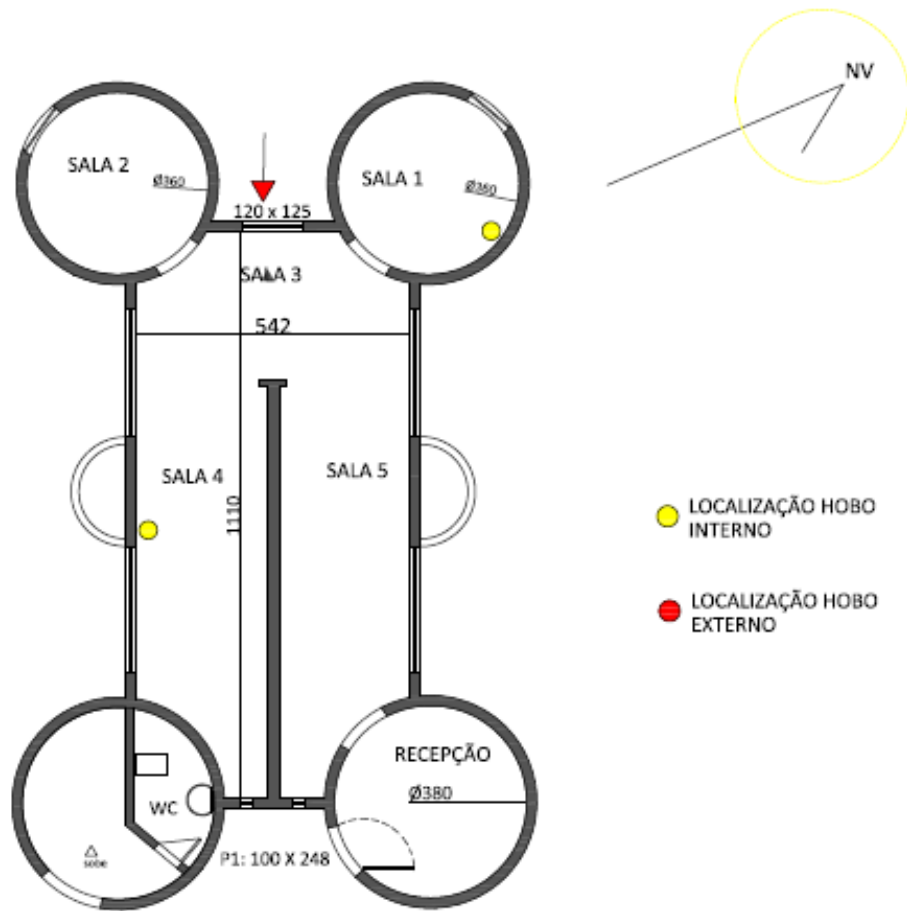
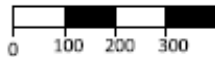


Figura 53 - Detalhamento original do MARLS.

Fonte: arquivos da família Bányai (1971)



**PLANTA
CASTELINHO**



ESCALA GRÁFICA EM CM

Figura 54 - Planta MARLS

Fonte: arquivo pessoal, 2015.

Quadro 11 - Relação dos materiais construtivos do MARLS

Especificação	Material	Observação
Piso externo (figura 18)	Pedra Lagoa Santa, cimento, grama.	O edifício possui um passeio de 70 cm de cimento contornando toda a extensão. A Pedra Lagoa Santa é utilizada nos caminhos principais. O restante é grama, terra e vegetações diversas.
Piso interno	Pedra Lagoa Santa	Em formato irregular, com rejunte bem largo em cimento (cerca de 3,0 cm a 10 cm)
Parede externa	Estruturada em tijolos de 8 furos, revestida no nível do museu por pedra Lagoa Santa irregular. No pavimento superior não há revestimento externo. Uma trepadeira (<i>Ficus pumila</i> . Nome popular: unha de gato ou hera unha de gato) envolve quase toda a extensão.	A pedra Lagoa Santa: rochas calcárias exploradas nas localidades da cidade de Lagoa Santa e arredores. Compostas principalmente por calcita (CaCO_3), contendo também em menor quantidade alguns outros minerais carbonáticos, como a siderita (FeCO_3), ankerita ($\text{Ca,MgFe}(\text{CO}_3)_4$) e a magnesita MgCO_3 . Apesar de boa resistência, as rochas calcárias em geral são menos resistentes ao desgaste abrasivo e quimicamente mais reativas que as rochas silicáticas, exigindo pressupostos rígidos de manutenção se empregadas em fachadas e pisos (FILHO e RODRIGUES, 2009).
Parede interna	Emassada e pintada com tinta tipo látex.	
Telhado	Sem cobertura com telhas	
Laje	Plana, em toda a extensão da área expositiva	No nível acima da área expositiva central, existe um grande pátio aberto. O piso é cimentado. Os cômodos superiores ficam somente nas torres.
Teto	Pintado tinta tipo látex	

Janelas	Estruturadas em metalon (tipo basculantes) com vidro tipo martelado semi fosco
Portas	Existe somente uma porta de entrada em madeira maciça

Fonte: arquivo pessoal, 2015.

2.2.3 A expografia e o acervo do MARLS

A expografia é também de autoria do Sr. Bányai, bem como a idealização das vitrines, suportes, legendas e painéis explicativos (FIG. 55, 56), após seu falecimento em 2005, a filha Érika Bányai assumiu a função. O espaço nos remete aos antigos gabinetes de curiosidade (FIG. 57). A estrutura do MARLS também pode ser associada à tipologia de museus regionais, formados por acervos familiares, típicos do Brasil nos anos de 50 e 80, como o acervo de arte popular reunido por *Jacques Van de Beuque*, no *Museu do Pontal*, Rio de Janeiro. (FRONER, 2013).

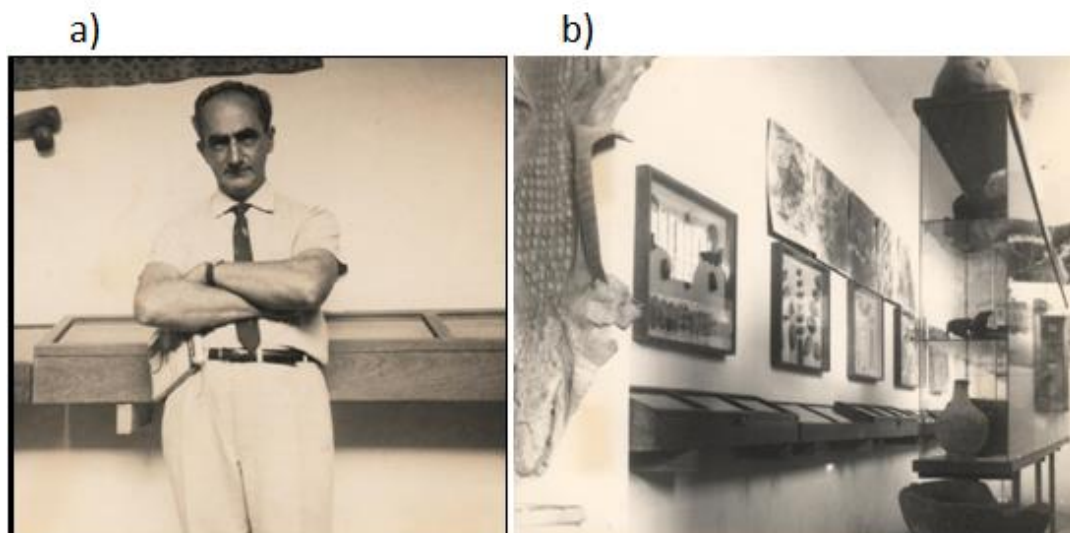


Figura 55 - Fase inicial do Museu

a) O fundador b) Exposição sala 4

Fonte: Acervo da Família Bányai (197-)



Figura 56 - Fase atual do Museu - Sala 4.
Fonte: arquivo pessoal (2015)



Figura 57 - Ilustração idealizada de um Gabinete de Curiosidades.
Fonte: Wikimedia⁷⁸

⁷⁸https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f5/Musei_Wormiani_Historia.jpg/800px-Musei_Wormiani_Historia.jpg. Acesso em 10 de julho de 2015

No MARLS a maior parte artefatos são apresentados em vitrines de madeira com frente em vidro, alguns minerais encontram-se dispostos sobre uma base de MDF⁷⁹ próxima ao piso, outras peças estão penduradas em suportes ou instaladas em prateleiras. As vitrines são fixadas diretamente nas paredes, os objetos são presos com adesivo no suporte de papel que reveste o fundo (FIG. 58). O museu emprega alguns artifícios expográficos para estabelecer uma comunicação com o visitante. Painéis explicativos, espelhos mostrando o verso dos objetos, lupas para melhor percepção de detalhes. Na figura 59 um visitante manuseia um mineral para visualizar um gás interno em forma líquida.



Figura 58 - O acervo
 a) Mineral; b) Osso de baleia; c) animal taxidermizado e fóssil.

Fonte: arquivo pessoal (2013)



Figura 59 - Recursos expográficos
 a) Visitante manipulando a manivela para visualizar o gás no interior do artefato. b) detalhe da lupa.

Fonte: Bányai (2014).

⁷⁹ MDF: sigla em inglês Medium Density Fiberboard, é um painel de média densidade produzido a partir da madeira reflorestada de pinus e/ou eucalipto. Fonte: <http://www.masisa.com/bra/produto/paineis/mdf/> acesso em 15 de dezembro de 2014.

Em 2012 os professores da UFMG, Luiz Souza e Yacy Ara Froner, através do *Projetos integrados para consolidação do Centro Arqueológico de Lagoa Santa – Parque do Sumidouro*, realizaram a organização do acervo. A partir de metodologia técnico-científica de documentação museológica, o projeto desenvolveu protocolos de registro com a criação de um banco de dados para o numeroso acervo da área de reserva e exposição.

Todos os artefatos receberam procedimentos de higienização, análise do estado de conservação e descrição arqueológica, medição, fotografias e embalagens adequadas para guarda na reserva técnica. Planilhas foram desenvolvidas para catalogação dividindo os objetos por coleção de Arqueologia, Paleontologia, Geologia, Zoologia e Botânica. As fichas individuais apresentam especificidades sobre os objetos: tipo de coleção, subcategoria, número de registro, data de aquisição, descrição, informações técnicas, etc. O resultado do projeto foi a valorização do acervo, facilitando também a orientação de pesquisas (FIG. 60). O sistema ficará disponível no site da UFMG. O quadro 12 apresenta quantitativamente o volume do acervo nas salas expositivas e gráfico 3 ilustra as porcentagens de cada material. A maior quantidade refere-se ao material fóssil, seguindo de líticos, mineral e cerâmicos.



Figura 60 - Sistema de recuperação da informação.

Fonte: FRONER, 2013.

Quadro 12 - Análise quantitativa de materiais das salas expositivas

Material	Volume do acervo	Porcentagem %
Madeira	1	0,04
Sintético	1	0,04
Taxidermizados	23	1
Metal	30	1
Argila	32	1
Ósseo	37	2
Entomológicos	90	4
Espeleotemas	150	7
Cerâmica	359	16
Mineral	458	20
Lítico	485	22
Fóssil	576	26

Fonte: FRONER, 2013.

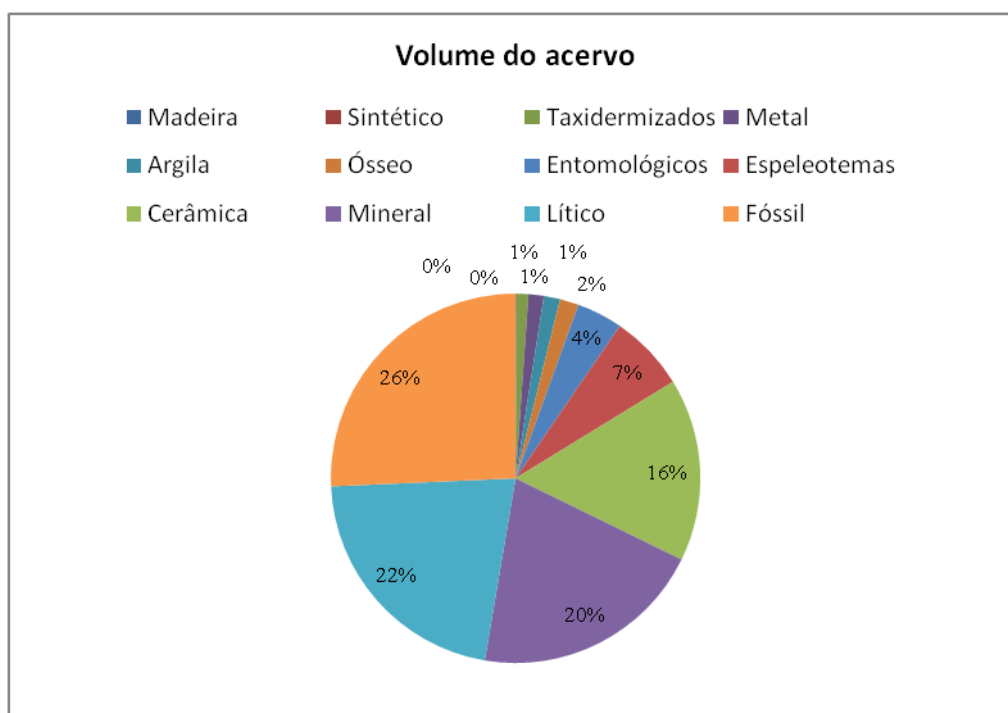


Gráfico 2 - Porcentagens dos materiais arqueológicos das salas expositivas.

Fonte: FRONER, 2013.

Logo após a recepção, encontram-se expostos vários fósseis marinhos e vegetais de "diversos locais do planeta e diversas épocas" conforme legenda explicativa do museu (FIG 61).

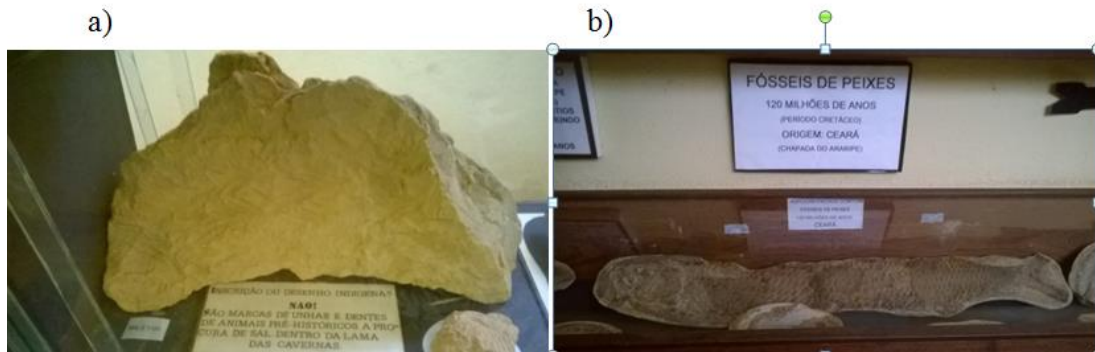


Figura 61 - Acervo fóssil a) Marcas de unhas de animais b) Fósseis de peixe

Fonte: arquivo pessoal (2016)

O acervo ósseo contabiliza 33 objetos, dentre os quais se destaca quatro ossadas humanas, coletada na Lapa do Acácio em 1987 pelo Sr. Bányai. Este conjunto encontra-se exposto em uma vitrine que simula uma urna funerária (FIG. 62). Os ossos estão dispostos na mesma posição que foram encontrados, sobre uma camada de terra original do local da escavação (de acordo com as informações apresentadas no painel explicativo). A vitrine abriga ainda instrumentos líticos e uma ponta de flecha.



Figura 62 - Vitrine Urna funerária

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

É habitual o uso de terra em exposições de acervos arqueológico simulando ambientes de escavações ou enterramento (FIG. 63 e 64), como a exposição do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE-USP) e do Museu Arqueológico do Xingó (MAX) . O uso da terra pode gerar problemas de conservação, como a abrasão, a concentração de umidade, estabelecendo um ambiente propício ao desenvolvimento de algumas infestações biológicas danosas ao acervo. Em contrapartida, este artifício cria um diálogo interessante com público. Procedimentos adequados de conservação devem ser propostos para garantir segurança ao acervo inserido nesta situação.

Importante também é o conjunto de esqueletais coletados pelo amador Helio Diniz nos anos 70, citado por Prous (1992, p. 129) em suas pesquisas: "o amador Helio Diniz pode então coletar ele mesmo, alguns esqueletos que pertencem a raça de Lagoa Santa e instrumentos líticos". Este acervo está exposto na sala designada sala dos esqueletos, que ainda expõe uma escultura representando a imagem computadorizada do fóssil Luzia. Ficam ainda neste ambiente perucas, protótipos de crânios como atrativo para os visitantes (FIG.65).



Figura 63 - Exposição MAE-USP.

Fonte: MAE (2015)⁸⁰

⁸⁰ Disponível em: MAE http://www.mae.usp.br/static_media/webdoors/sambaqui_.960x398.jpg. Acesso 20/9/2015.



Figura 64 - Museu Arqueológico de Xingó (MAX).

Fonte: MAX (2015)⁸¹



Figura 65 - Sala dos Esqueletos.

Fonte: Érika Bányai, 2015.

Vinte e três peças compõe o acervo de animais taxidermizados. Os pássaros são apresentados em suportes tipo poleiro e ficam expostos logo abaixo a uma janela (FIG. 66). O museu ainda exhibe com destaque um couro de jacaré estendido em uma parede, um tatu, um tamanduá e um macaco em prateleiras. Todos ficam em contato direto com o ambiente (sem câmpanulas de vidro). O propósito desta exposição seria valorizar remeter aos animais da região, segundo explicação da gestora Érika.

⁸¹ Disponível em: Max.ufs.br. Acesso em 25/9/2015.



Figura 66 - Exposição de pássaros taxidermizados.

Fonte: arquivo pessoal (2016)

2.3 O monitoramento

Foram instalados no MARLS aparelhos para medir simultaneamente a temperatura e umidade relativa. Os equipamentos, termo-higrômetros *data loggers* digitais modelo HOBO U12 (marca ONSSET) possuem as seguintes especificações:

- Temperatura: faixa operacional entre -20°C a 70°C com resolução de $\pm 0,35^{\circ}\text{C}$.
- Umidade Relativa: faixa operacional entre 5% UR a 95% UR com resolução de $\pm 2,5\%$.

Dois equipamentos foram colocados no interior e um na área externa próximo ao museu. São identificados pelo número de série:

- HOBO 904042 (interno - sala 1 dos esqueletos - fachada Norte).
- HOBO 904043 (interno - sala 4 - fachada Sul)
- HOBO 904048 (externo)

Nesta dissertação denominamos de 42, 43 e 48 respectivamente.

2.3.1 Aferição dos Hobos

Os instrumentos foram levados ao 5º Distrito do Instituto de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (5ºDISME/INMET) para aferição. Os HOBOS foram colocados no abrigo, juntamente com o par psicrométrico (equipamento modelo 5172,

marca INCONTERM)⁸² e o termohigrógrafo da Instituição, acondicionados na posição horizontal (deitados), para evitar que tombassem devido à trepidação provocada pelo trânsito pesado na região (FIG. 67). O procedimento foi realizado pelo responsável do setor, o Sr. Marco Túlio. As medições iniciaram-se no dia 23/4/2015 e finalizaram-se no dia 27/4/2015.

Os termos-higrômetro HOBOS foram programados para registrar a T e UR de hora em hora. O INMET disponibiliza *on line* os dados do par psicrométrico em apenas em 3 horários distintos, 0, 12 e 21 horas em UTC (*Coordinated Universal Time*), de acordo com a normalização internacional. Esta referência possui uma diferença de três horas com o horário local (resultando respectivamente em 21hs, 9hs e 15hs). Para uma aferição compatível com os dados dos HOBOS, foi necessário fazer a conversão dos horários e incluir dados hora a hora, extraídos do climograma do termohigrógrafo disponibilizado pelo INMET.

Os dados foram organizados em uma planilha do *MS Excel* para a construção do diagrama de dispersão (gráficos 4, 5, 6, 7, 8, 9), pois este permite uma análise comparativa entre variáveis. No eixo Y estão as medições do termômetro e higrômetro padrão do 5°DISME/INMET. No eixo X as medições dos dataloggers HOBOS. Para análise dos resultados gráficos empregou-se a equação de regressão linear. O valor de R^2 resultante da equação, varia de 0 a 1, e quanto mais próximo de 1 o resultado, mais forte é a correlação. Os resultados apresentados demonstram uma correlação linear equilibrada, indicando que os HOBOS estão bem aferidos.

⁸² Dados conforme informação recebida pelo responsável Sr. Marco Túlio Silva Araújo em 22/4 /2015.



Figura 67 - Aferição dos dataloggers HOBO no 5°DISME/INMET.
 a) Abrigo (vista exterior); b) O abrigo (vista interna)

Fonte: arquivo pessoal (2015)

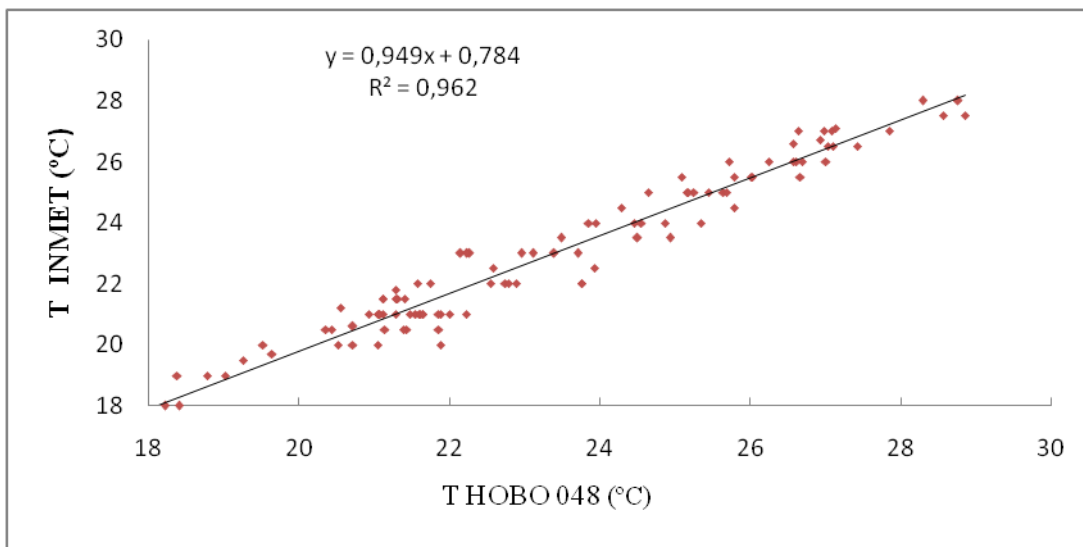


Gráfico 3 - Gráfico de dispersão entre os dados de T HOBO 048 X Instrumento do 5° DISME/INMET

Fonte: arquivo pessoal, 2015.

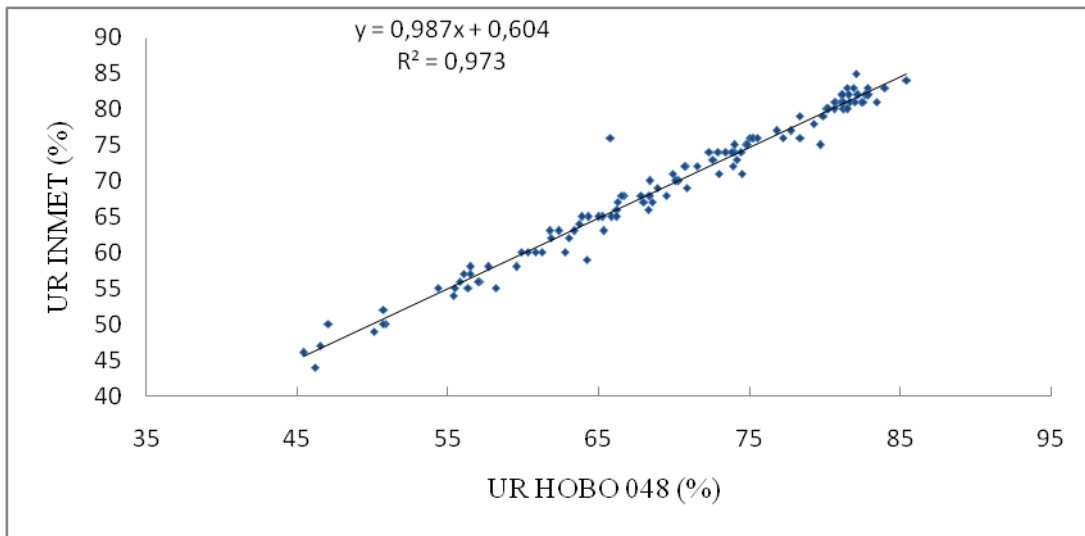


Gráfico 4 - Gráfico de dispersão entre os dados de UR HOBO 048 X Instrumento do 5° DISME/INMET

Fonte: arquivo pessoal, 2015.

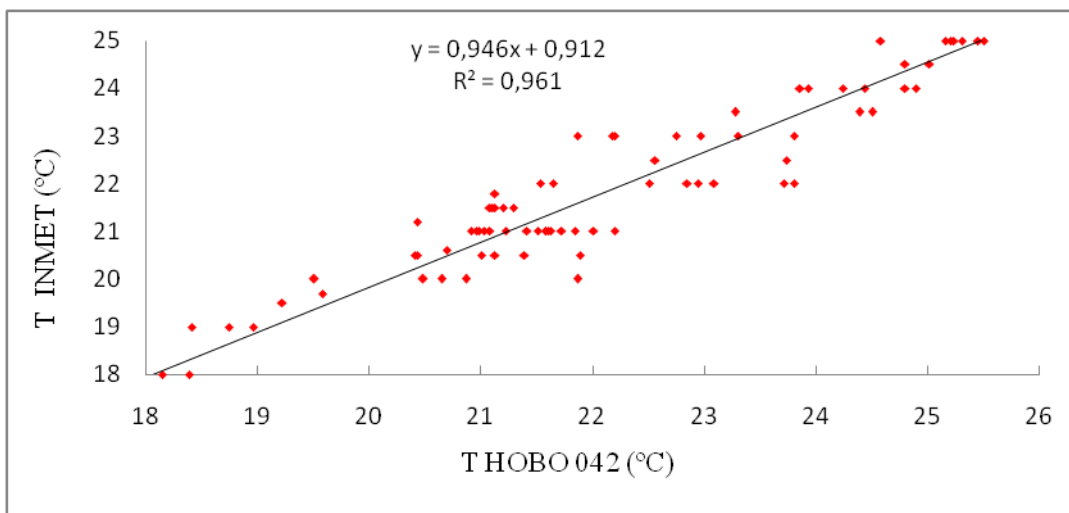


Gráfico 5 - Gráfico de dispersão entre os dados de T HOBO 042 X Instrumento do 5° DISME/INMET

Fonte: arquivo pessoal, 2015.

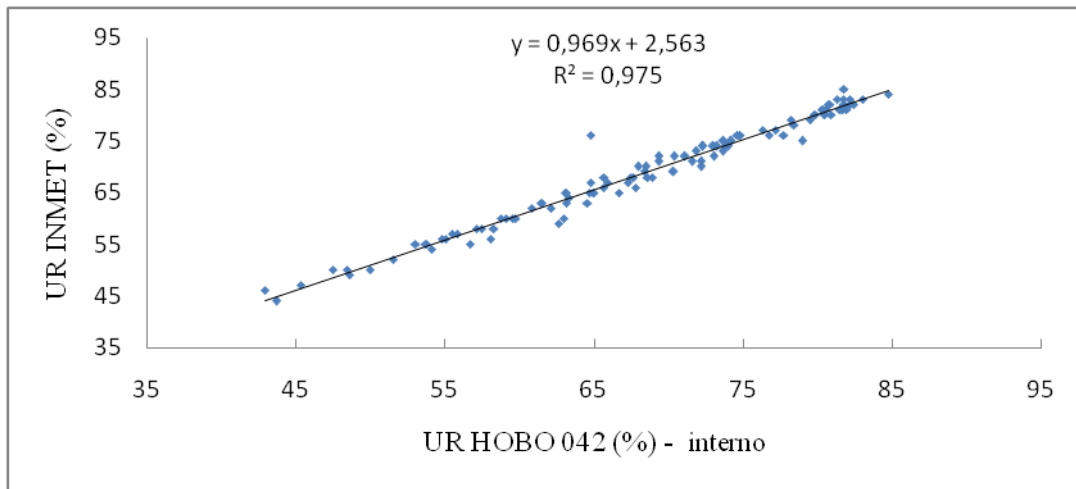


Gráfico 6 - Gráfico de dispersão entre os dados de UR HOB0 042 X Instrumentos 5º DISME/INMET

Fonte: arquivo pessoal, 2015.

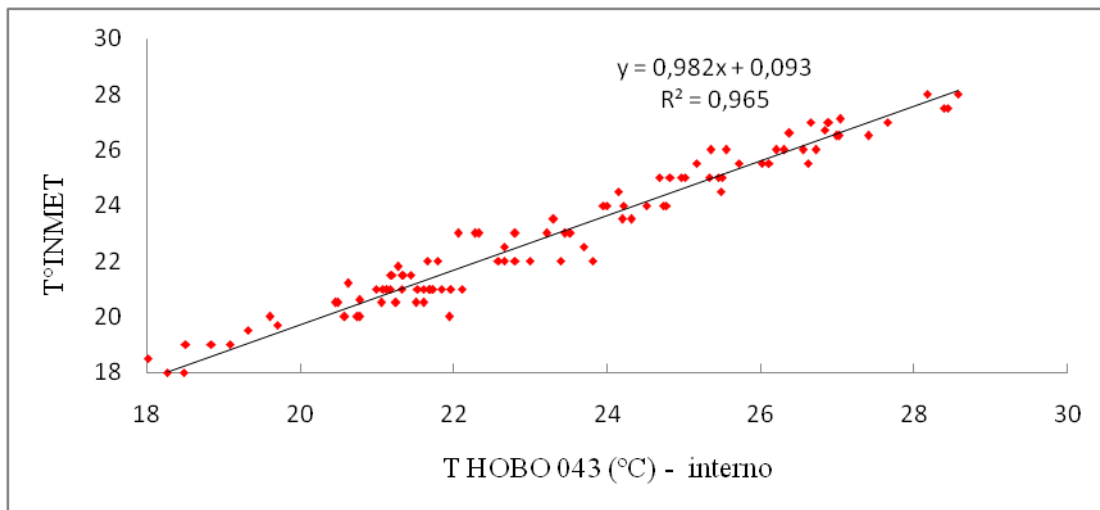


Gráfico 7 - Gráfico de dispersão entre os dados de T HOB0 043 X Instrumento 5º DISME/INMET Temperatura HOB0 043 x INMET

Fonte: arquivo pessoal, 2015.

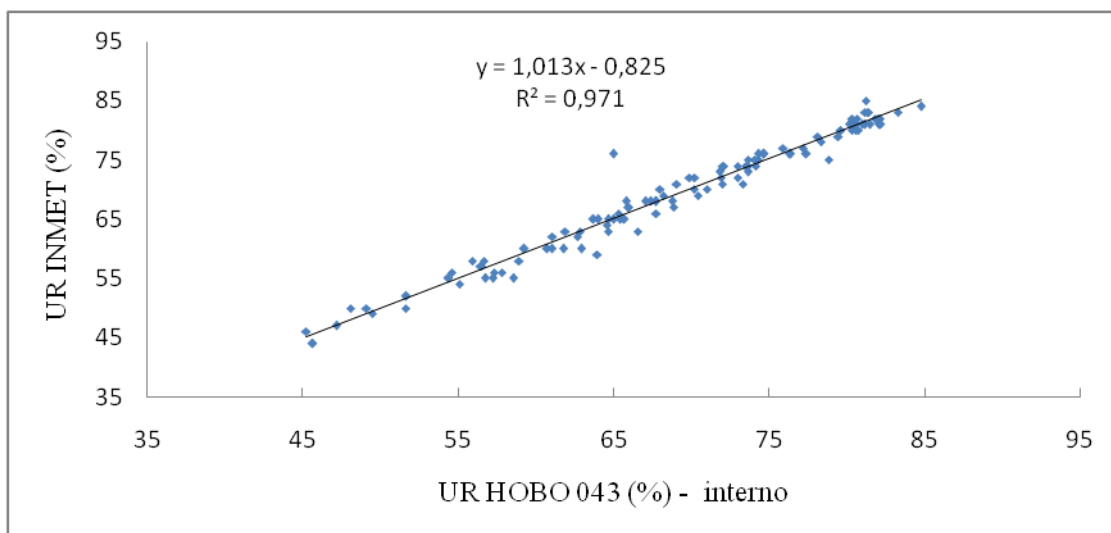


Gráfico 8 - Gráfico de dispersão entre os dados de UR HOB0 043 X Instrumento 5° DISME/INMET

Fonte: arquivo pessoal, 2015.

2.3.2 Instalação dos HOBOS no MARLS

Em 02 de maio de 2015 os dataloggers foram instalados no MARLS. Dois equipamentos foram colocados no ambiente interno (FIG. 68) e um no exterior. Para os dois HOBOS internos foi feita uma proteção, visando evitar que fontes de radiação infravermelha presentes no ambiente interferissem nas medições de temperatura. Este processo segue as indicações desenvolvidas por Barbosa et al (2008). A estrutura protetora é de fácil execução, feita com uma garrafa PET e revestida por folha alumínio (ver ANEXO 1). Os equipamentos ficam suspensos internamente por um fio de nylon. A estrutura também foi fixada por um fio na parede do museu a 1,5 m do piso. O equipamento 042, foi instalado na sala 1, que fica na fachada norte, enquanto o HOB0 043 ficou na fachada sul. Os equipamentos despertaram curiosidade nos visitantes (FIG. 69) e acabou provocando conversas sobre a importância de medidas de preservação do acervo.



Figura 68 - Os HOBOS no interior do edifício.
a) HOBOS 042 Sala 1. b) HOBOS 043 sala 4.

Fonte: arquivo pessoal, 2015.



Figura 69 - Curiosidade de um grupo de estudantes observando o equipamento HOBOS.

Fonte: BÁNYAI, 2015.

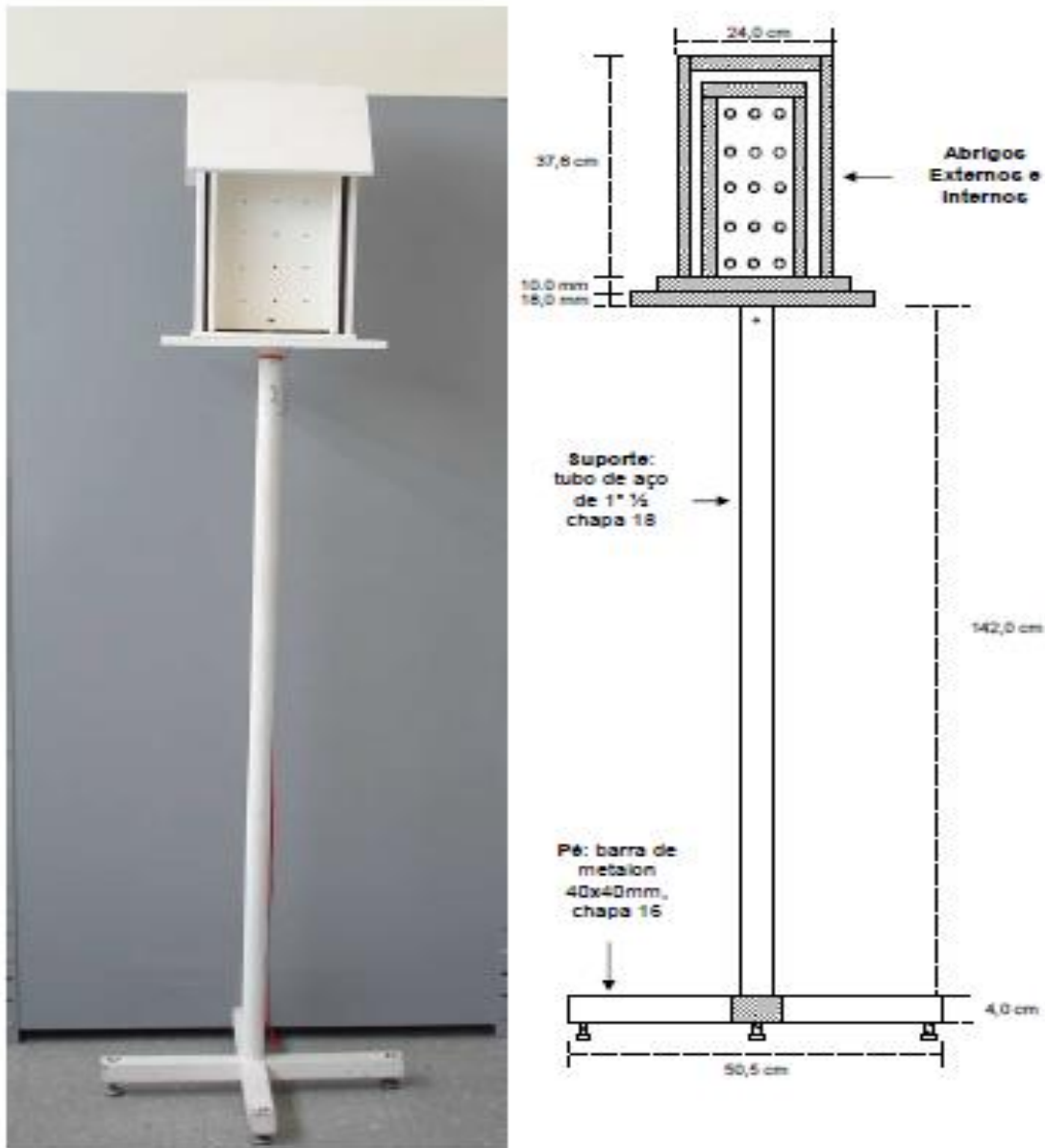
O HOBO externo (FIG. 70) foi instalado em um abrigo formado por uma caixa⁸³ com um telhado de duas águas, ambos executados em compensado de 10 mm. Estas duas peças são pintadas de branco para aumentar a reflexão da radiação solar incidente. Possui furos para ventilação. A haste de sustentação é um tubo de metalon de 1" 1/2 (chapa 18), com uma base em forma de cruz em metalon 4,0 x 4,0 cm, que deve ser orientada para os pontos cardeais, de tal modo que a portinhola esteja voltada para sul, para evitar a insolação direta sobre o instrumento quando ela é aberta. A instalação do abrigo é simples, pois as peças são encaixadas facilmente. Para estabilizar a estrutura, a base fica enterrada cerca de 20 cm no solo, ficando a caixa a aproximadamente 1,50m do solo (ASSIS, 2010). Os detalhes construtivos estão especificados na figura 71.



Figura 70 - Abrigo com HOBO externo.

Fonte: arquivo do projeto (2015)

⁸³ Abrigo gentilmente emprestado pelo professor Wellington Lopes de Assis (IGC/UFMG).



Fonte: arquivo pessoal, 2015.
 Figura 71 - Modelo do abrigo para HOBO externo.

Fonte: ASSIS, 2010.

2.3.3 Análise do dados monitorados

Os dados medidos internamente e externamente foram organizados em planilhas e gráficos, de forma a identificar o comportamento do edifício frente às variáveis externas e correlacionar a situação real com as métricas de preservação e demais cálculos de avaliação de desempenho térmico. O estudo passou pela análise das médias anuais (interno e externo), das médias mensais, sazonais e diárias. Seguiu-se o seguinte método (FIG. 72)

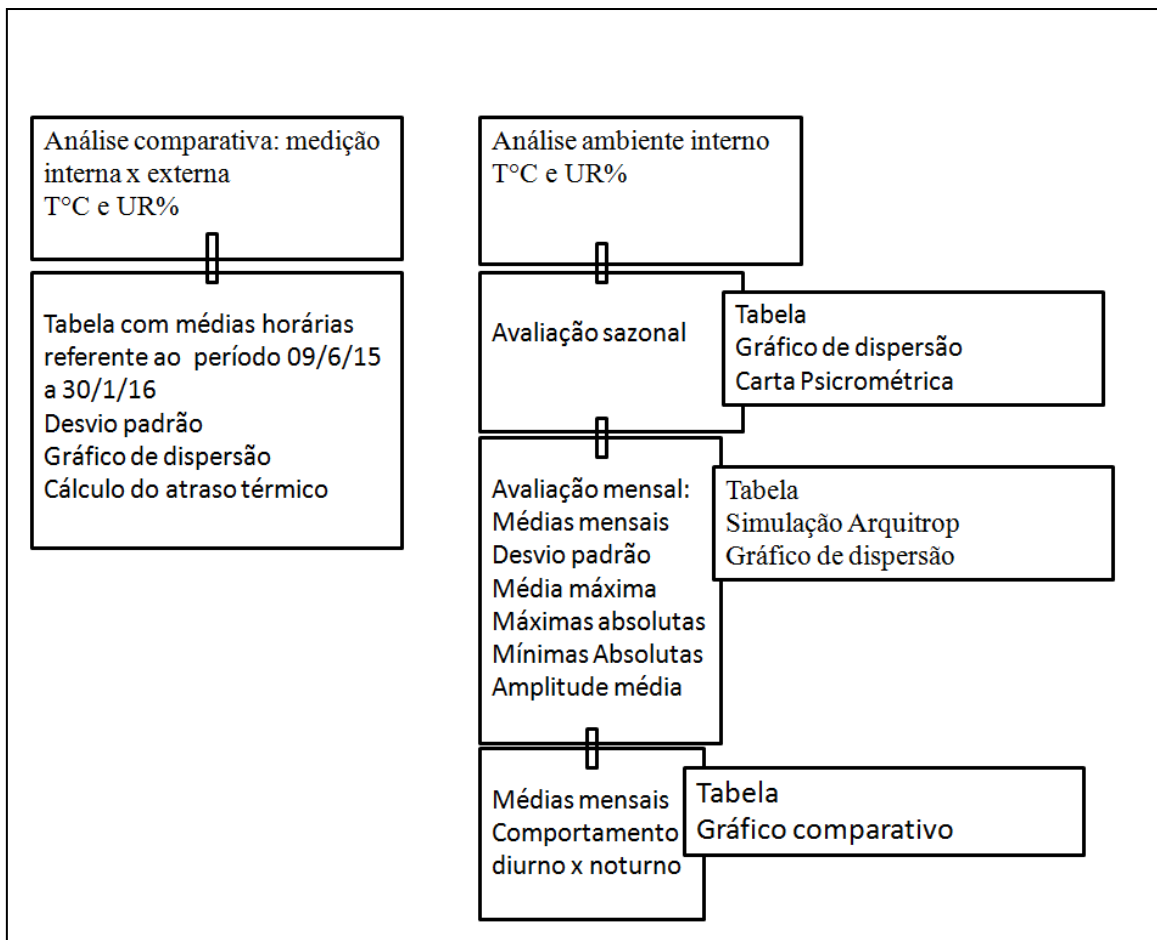


Figura 72 - Roteiro das avaliações dos dados monitorados

Fonte: arquivo do projeto (2016)

CAPÍTULO 3 RESULTADOS

Neste capítulo apresentaremos os resultados obtidos conforme a aplicação da metodologia descrita no capítulo anterior.

3.1 Medições de temperatura e umidade relativa

As medições de temperatura e umidade relativa realizadas foram reunidos em planilhas e gráficos. Organizou-se, primeiramente, os dados em médias horárias. Os gráficos 9 e 10 apresentam os dados de temperatura e umidade relativa, respectivamente, no período de 09/05/15 a 30/1 2016. Percebe-se pela representação gráfica das **medições externas** uma grande flutuação nas duas variáveis, consequência do clima local. **Internamente**, os dados coletados são mais uniformes, com a T média variando entre 22 e 25 °C e a UR entre 60 e 66% .

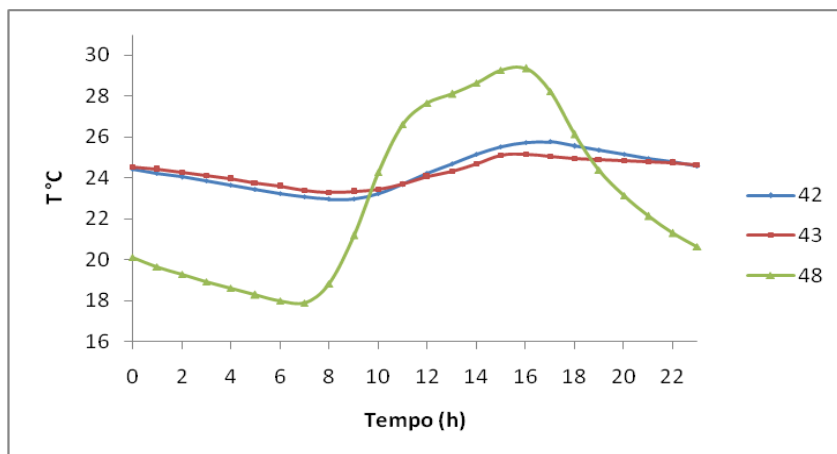


Gráfico 1 - Médias horárias de T.
042 e 043 medição interna, 048 medição externa.
Fonte: arquivo pessoal, 2016.

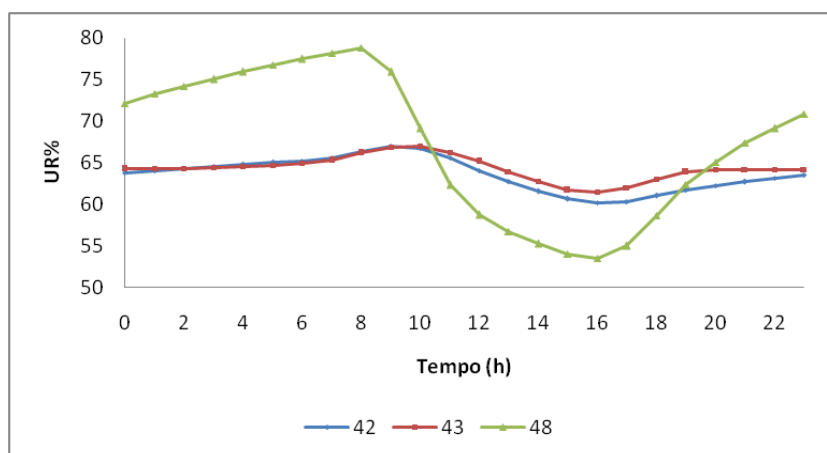


Gráfico 2 - Médias horárias de UR.
042 e 043 medição interna, 048 medição externa.
Fonte: arquivo pessoal, 2016.

O quadro 14 apresenta as médias horárias, calculadas para o período de 09 de maio de 2015 a 30 de janeiro de 2016, referente às medições internas no MARLS.

Quadro 14: Médias horárias internas. Período 09/05/2015 a 30/1/ 2016

Medição interna 42 (09/05/2015 -30/1/2016)		
Hora	Média de T° C	Média de UR %
0	24,41	63,79
1	24,22	64,04
2	24,04	64,28
3	23,85	64,52
4	23,65	64,75
5	23,45	65,00
6	23,26	65,25
7	23,07	65,56
8	22,97	66,30
9	22,99	66,95
10	23,22	66,78
11	23,68	65,60
12	24,24	64,07
13	24,69	62,71
14	25,16	61,52
15	25,54	60,64
16	25,75	60,24
17	25,77	60,35
18	25,55	61,03
19	25,36	61,71
20	25,16	62,22
21	24,96	62,70

22	24,77	63,10
23	24,58	63,48
Máxima	25,77 às 17 hs	66,95 às 9 hs
Mínima	22,97 às 8 hs	60,24 às 16 hs

Quadro 15: Médias horárias externas. Período 09/05/2015 a 30/1/ 2016

Medição externa 48 (09/05/2015 -30/1/2016)

Hora	Média de Temp, °C	Média de RH, %
0	20,11	72,15
1	19,66	73,29
2	19,28	74,16
3	18,93	75,03
4	18,60	75,93
5	18,27	76,75
6	17,98	77,45
7	17,90	78,17
8	18,84	78,84
9	21,18	75,91
10	24,29	69,11
11	26,61	62,33
12	27,65	58,71
13	28,10	56,73
14	28,63	55,24
15	29,29	54,02
16	29,34	53,54
17	28,21	55,00
18	26,12	58,66

19	24,40	62,39
20	23,12	65,03
21	22,12	67,34
22	21,29	69,13
23	20,64	70,81
Máxima	29,34 às 16 hs	78,84 às 8 hs
Mínima	17,90 às 7 hs	53,54 às 16 hs

Fonte: arquivo pessoal, 2016.

Registrou-se as médias máximas de temperaturas externas às 16 horas (29,34°C). Internamente a T médias máximas foi registrada às 17 horas (25,77°C). O que demonstra um atraso térmico (φ) de 1h.

Aplicando-se também os cálculos $\varphi = 1,382Rt\sqrt{B_1 + B_2}$ para estabelecer atraso térmico, segundo a NBR 15220 (ver dados no quadro 6), temos o seguinte resultado para as paredes do MARLS, $\varphi = 2,46$ horas (índice que caracteriza uma pequena inércia térmica).

Tomando-se como referência os parâmetros indicados adequados pelo *Museums & Galleries Commission* (1992) para os objetos orgânicos, e também observando a recomendação desta mesma instituição, de que o clima do ambiente deverá ser determinado pelos objetos mais instáveis ou arqueologicamente mais relevantes (no caso do MARLS considerou-se os materiais orgânicos) pode-se estabelecer o padrão de **temperatura entre 18 e 25°C** e UR 50%. Complementando com os parâmetros do quadro 6 com indicações de UR crítica para germinação de fungos, avaliou-se como possível faixa **segura de UR** para o MARLS os valores entre **50% e 70%**. Dessa forma, a partir da análise das médias horárias de UR, as medições ficam dentro dos parâmetros estabelecidos (Gráfico 10). Em relação à T, como é mostrado no gráfico 11, no período da tarde, a partir das 14 hs a média T começa subir pouco acima de 25°, porém não chega a atingir 26°C. Esta avaliação baseada nas médias horárias anuais, revela um ambiente sem grandes flutuações, pois as diferenças foram diluídas num grande espaço de tempo.

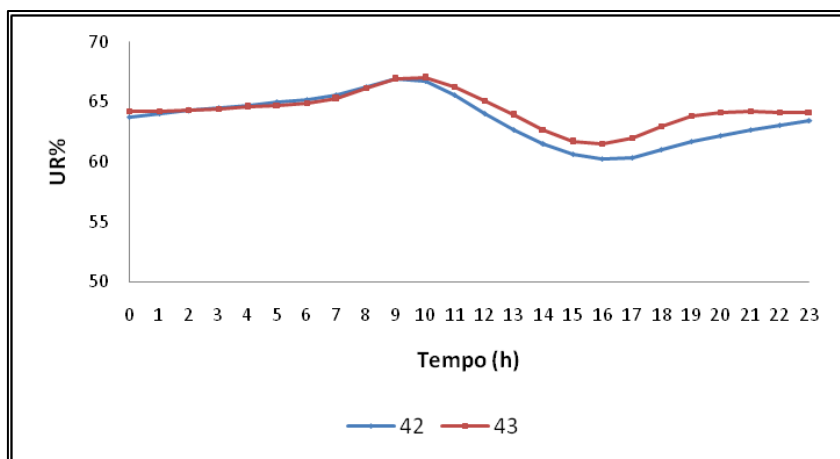


Gráfico 9 - Médias horárias internas de UR em relação à faixa segura considerada.

Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

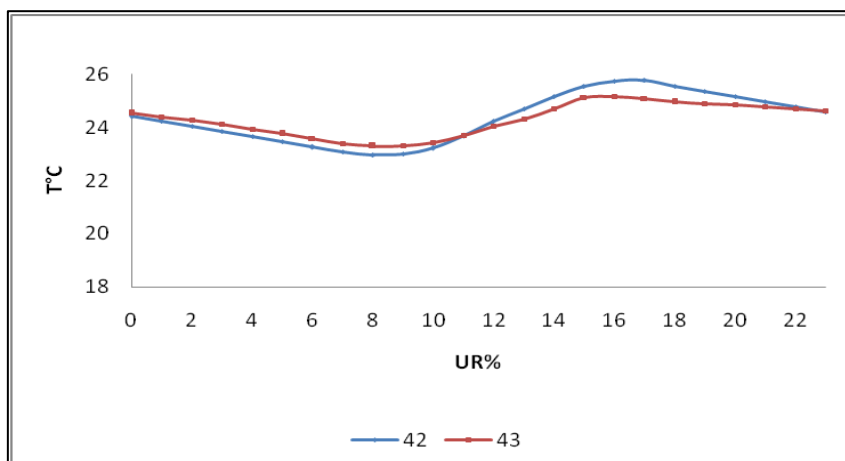


Gráfico 10 - Médias horárias interna de T em relação à faixa segura considerada.

Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

Organizou-se também os dados medidos por dia e hora (não considerando as médias), identificando os períodos correspondentes às estações do ano (gráfico 11), onde também foi destacado o limite de T e UR estabelecido como seguro para o Acervo do MARLS: **T entre 18 e 25°C e UR entre 50% e 70%**. Os dados incluem as medições horárias para o outono (09/05/2015 a 20/06/2016), inverno (21/06/2015 a 22/09/2015), primavera (23/09/2015 a 21/12/2015) e verão (22/12/2015 a 30 /01/2016).

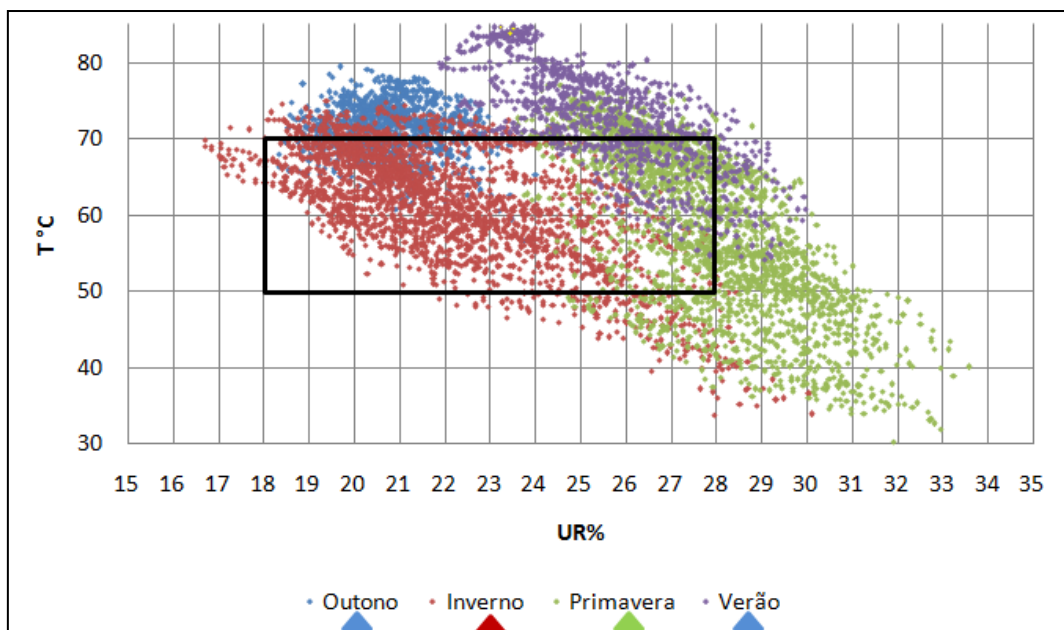


Gráfico 11 - Diagrama de dispersão de T e UR (medição horárias no período de 09/5 /15 a 30/1/16).

Fonte: arquivo pessoal, 2016.

O período medido abarca mais pontos no inverno e primavera, comparados com o outono e verão. O limite considerado seguro está delimitado pelo retângulo em preto (UR entre 50 e 70% e T entre 18 e 25°C). Percebe-se assim, altas temperaturas registradas na primavera e verão (acima de 30°C) e índices elevados de UR (acima de 70%) em todas as estações. O inverno propicia melhores condições pela característica climática local (estação mais fria e seca).

Elaborou-se também a carta psicrométrica (Gráfico 3) com indicação de zona adequada para o conforto humano (retângulo em preto), proposta por May Cassar (1995), e a determinada por este estudo como adequada aos materiais arqueológicos (retângulo em vermelho). Na carta plotou-se os dados horários medidos no mês de junho, onde se registrou a menor T absoluta, e novembro, mês de maior temperatura absoluta, durante todo o período estudado. Considerou-se separadamente as medidas diurnas (de 6 às 17 hs) das noturnas (de 18 as 5 horas) para observar as diferenças entre estes períodos.

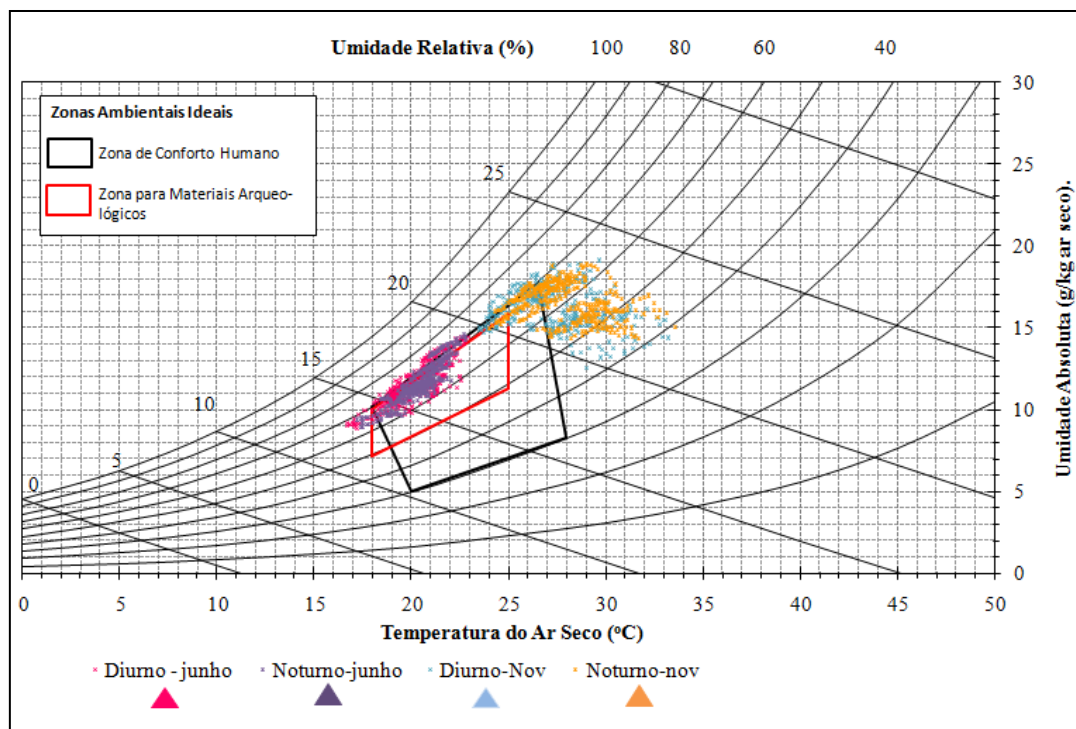


Gráfico 12 - Carta psicrométrica com indicações de zonas de conforto humano e conservação de objetos arqueológicos.

Fonte: Arquivo pessoal (2016)

Percebe-se pela apresentação do Gráfico 12 que em relação à taxa de umidade adequada (70% e 60%) as taxas do mês de junho e novembro ficam, na maior parte, entre o limite superior e o intermediário. As taxas diurnas de novembro alteram um pouco este perfil, com uma parcela entrando na faixa entre 50 e 40%. Em Junho a predominância da T é entre 20 e 25°C, indicando um comportamento adequado. Já em Novembro a T apresenta índices acima de 25°C. Percebe-se, porém, que há um equilíbrio entre os dados noturno e diurnos, sem variações abruptas de T e UR. Ressalta-se que nos dois últimos gráficos não foram plotados as médias e sim a frequência horária interna dos dados monitorados.

O quadro 13 apresenta os dados do monitoramento de T e UR, organizados em médias mensais máximas e mínimas, índices máximos e mínimos absolutos e amplitude. Foi também calculado o desvio padrão, dado estatístico que expressa a variabilidade das médias de T e UR. O mês que apresentou a maior amplitude de T foi outubro (4,7°C). A maior T absoluta foi registrada em novembro e a menor em junho. O índice de desvio padrão para a UR foi maior do que para as médias de T. Outubro registrou a menor UR absoluta, e janeiro a maior taxa.

Quadro 13 - Dados climáticos. Período maio/2015 a janeiro/2016

Medições internas HOBO 042 - Temperatura °C									
	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15	jan/16
Média	20,875	20,289	20,788	22,313	26,003	28,197	27,770	26,606	25,423
Desvio Padrão	1,245	1,245	1,145	1,861	2,442	1,764	1,983	1,395	1,767
Média Máx	22,232	21,572	22,356	24,208	28,229	33,105	29,519	28,417	26,932
Máx absoluta	27,949	22,944	24,050	27,801	32,742	33,105	33,574	31,001	29,966
Mínima Absoluta	18,557	16,701	18,366	18,628	20,507	23,737	23,617	22,561	21,867
Média mín	19,862	19,086	19,375	20,572	24,195	28,320	26,342	25,268	24,195
Amplitude média	2,370	2,486	2,981	3,636	4,033	4,785	3,177	3,149	2,737
Medições internas HOBO 042 - Umidade Relativa %									
	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15	jan/16
Média	72,331	69,538	65,753	58,199	55,083	50,593	61,725	67,223	74,804
Desvio Padrão	3,710	3,710	4,290	4,466	10,262	8,635	8,765	4,900	5,604
Média Máx	75,554	72,718	70,443	63,239	60,764	71,710	66,264	71,261	78,026
Máx absoluta	79,463	77,771	74,977	68,667	74,833	72,357	77,059	77,445	85,884
Mínima Absoluta	56,155	59,664	50,967	44,290	33,436	29,034	38,947	53,304	59,303
Média mín	68,507	66,116	60,407	52,306	47,489	64,421	57,032	62,537	71,403
Amplitude média	7,047	6,601	10,036	10,934	13,275	7,289	9,232	8,724	6,622

Fonte: arquivo do projeto (2016)

Relacionou-se, separadamente, as médias mensais diurnas (de 6 às 15 horas) das noturnas (de 18 às 5 horas) para observar o comportamento das variáveis T e UR nos diferentes períodos. Verificou-se que não há flutuações significativas entre os dois períodos. A temperatura algumas vezes fica ligeiramente maior no período noturno (ver marcações no quadro 13). A umidade relativa mínima noturna em praticamente todos os meses avaliados está maior do que a mínima diária diurna, sendo que o maior índice aconteceu no mês de setembro (2,53%).

As análises realizadas, foram elaboradas para avaliar as flutuações longas (anuais, sazonais), de menor impacto ao objetos devido ao tempo de aclimação, e as curtas (diárias) que podem contribuir na deterioração dos objetos (físico-mecânicas e biológica). Lembramos que a resposta ao grau de risco que estas flutuações imputam no acervo, está diretamente ligada ao estado de conservação dos mesmo.

Quadro 14 - Medições internas diurnas x noturnas - médias mensais

Meses	Diurno			Noturno			Diurno			Noturno		
	T ° Máx	T ° Mín	C	T ° Máx	T ° Mín	C	UR Máx	UR% Mín	UR% Máx	UR Máx	UR% Mín	UR% Máx
Maio/15	22,05	19,72		21,68	20,16		75,15	70,10		72,67	71,32	
Junho/15	21,40	19,15		21,68	19,59		72,36	67,39		69,97	67,86	
julho /15	22,28	19,40		21,86	19,88		70,16	61,24		67,14	62,67	
Agosto/15	24,10	20,62		23,66	21,18		62,84	53,28		60,51	54,74	
Set/15	27,95	24,28		27,30	24,77		59,87	49,15		58,18	51,68	
Out/15	30,01	26,43		29,69	26,98		55,32	45,30		53,17	47,27	
Nov/15	29,94	26,09		30,02	26,48		62,63	52,19		60,03	51,10	
Dez/15	28,01	25,35		27,91	25,86		70,42	64,85		67,71	64,97	
Jan/16	26,60	24,35		26,56	24,82		76,56	73,41		75,10	73,38	

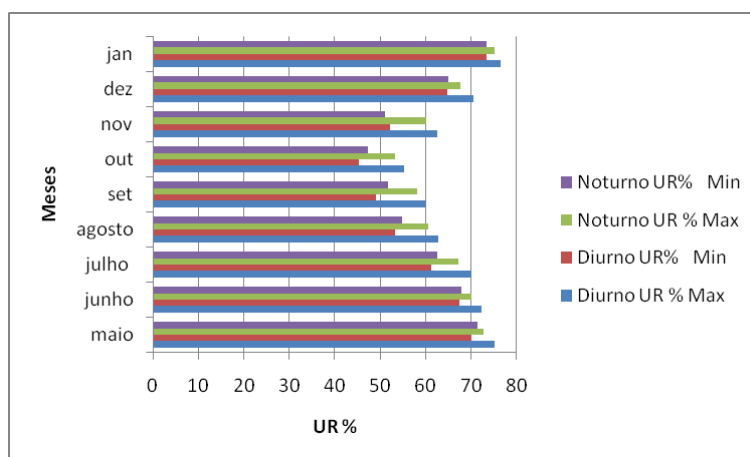


Gráfico 13 Medições internas mensais, horárias de UR % - Diurnas e Noturnas

Fonte: arquivo do projeto (2016)

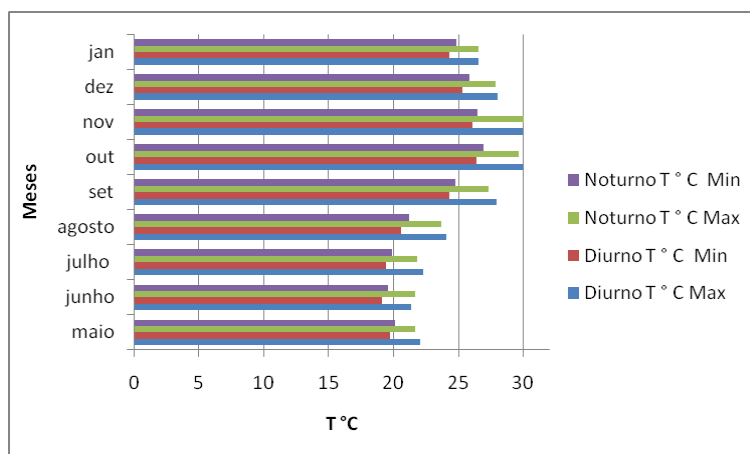


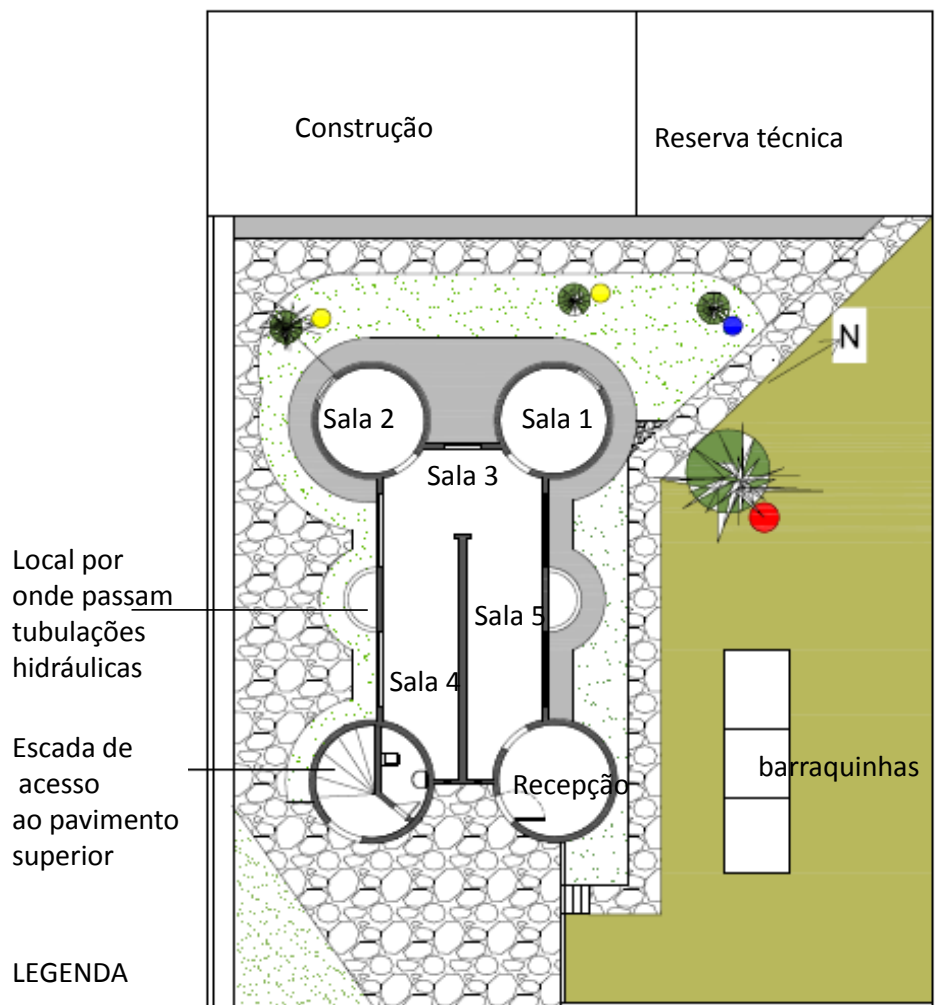
Gráfico 14 - Medições internas mensais, horárias de T°C- Diurnas e Noturnas

Fonte: arquivo do projeto (2016)








Incluimos em arquivo digital anexo as tabelas todas as medições realizadas (medições horárias de maio de 2015 a janeiro de 2016).

3.2 O entorno

A planta esquemática (FIG.73) apresenta características do entorno que podem influenciar o meio ambiente interno. A vegetação mais densa e alta está localizada a mais de 3 metros de distância da edificação, existem arbustos médios situados a cerca de 2 metros, grama e árvores de pequeno porte bem próximas. Uma árvore de copa alta e densa fica a cerca de 5 metros e recentemente foi podada para favorecer a insolação da sala 2 (FIG. 74), onde existe uma grande área na parede interna com infestação de fungos . Apesar da sombra ter sido minimizada, o problema continuou. O museu fica afastado da área de estacionamento, portanto não recebe diretamente particulados produzidos por automóveis, somente resíduos proveniente da natureza ao redor. Nas imediações existem animais diversos, tais como, insetos, cachorros, calangos, escorpiões, cobras, gatos, pássaros, aracnídeos, entre outros. Conforme já descrito, a trepadeira Hera reveste as paredes externas.



PLANTA - CASTELINHO

	Piso de terra e vegetação rasteira		
	Grama		Arbusto de médio porte a 2 metros do edifício
	Cimento		Arbusto de médio porte a 5 metros do edifício
	Pedra		Arbusto de grande porte a 3,8 metros do edifício

Escala gráfica
0 100 200

Figura 73 - Planta esquemática

Fonte: arquivo pessoal (2016)



Figura 74 - Deterioração por umidades: manchas e sinais de fungos.

Fonte: arquivo pessoal, 2015.

3.3 O edifício

As principais patologias encontradas referem-se a danos por umidade, como manchas e sinais de fungos em paredes. A causa provavelmente está relacionada com as características climáticas ambientais e a correlação com as características higroscópicas dos materiais construtivos, tijolo e pedra calcária, com problemas relativos a umidade ascendente, danificação de material do piso externo por raízes de vegetação próxima e também por danos à tubulações pelo mesmo motivo (FIG. 75)⁸⁴.

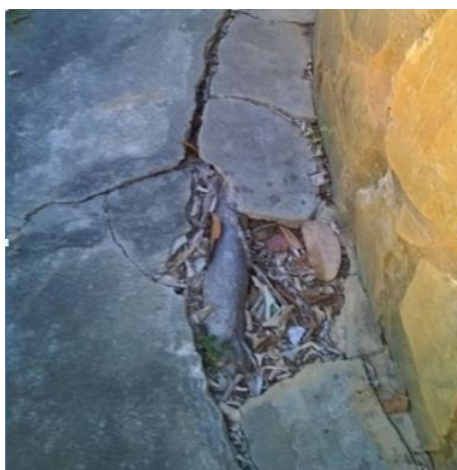


Figura 75 - Raízes próximas ao edifício.

Fonte: arquivo pessoal (2015)

⁸⁴ Conforme relato de Érika Bányai, em manutenção recente este problema foi identificado e medidas de conserto implementadas.

A falta de beiral faz com que a água de chuva caia direto nas paredes externas, podendo causar infiltração e desgastes dos materiais. A laje plana, que no nível superior forma um pátio descoberto, provoca também infiltrações, causando mofo no teto do museu (FIG. 75).



Figura 76 - Sinais de infiltração e mofos provenientes da cobertura

Fonte: Arquivo do pessoal (2016)

Segundo a Sra. Érika as principais manutenções realizadas são: impermeabilização no forro (que já se faz necessária), conserto de tubulações hidráulicas e limpeza do entorno (poda e corte de vegetação).

Foi também identificado nas paredes marcas de insetos xilófagos. Os sinais são antigos e conforme nos foi relatado, depois do tratamento realizado, não se verificou novas infestações.

3.3 A ventilação

A posição geográfica do edifício – situado num declive, rodeado pelo paredão rochoso que forma a gruta e por uma pequena mata – produz uma barreira contra os ventos. Os ventos predominantes vêm do sudeste e atravessam o corredor que se forma na frente do edifício. As aberturas existentes são: a porta de entrada, que fica constantemente aberta (medida: 100 x 240 cm) nos horários de visitação, duas aberturas pequenas com tela (20 x 50 cm) na fachada principal e a janela 1 (medida: 102 x 120) que é um basculante horizontal. Na

recepção, salas 1 e 2 a esquadria existente (85 x 128 cm) é fixa, sendo portanto, apenas para a entrada de luz solar. Nas salas 4 e 5 a esquadria (medida: 250 x 102) também é fixa, porém um vidro central foi removido (15 x 102) e instalado uma tela no local.

3.3 A ventilação

A posição geográfica do edifício – situado num declive, rodeado pelo paredão rochoso que forma a gruta e por uma pequena mata – produz uma barreira contra os ventos. Os ventos predominantes vêm do sudeste e atravessam o corredor que se forma na frente do edifício. As aberturas existentes são: a porta de entrada, que fica constantemente aberta (medida: 100 x 240 cm) nos horários de visitação, duas aberturas pequenas com tela (20 x 50 cm) na fachada principal e a janela 1 (medida: 102 x 120 - FIG. 74) que   um basculante horizontal. Na recep o, salas 1 e 2 a esquadria existente (85 x 128 cm)   fixa, sendo portanto, apenas para a entrada de luz solar. Nas salas 4 e 5 a esquadria (medida: 250 x 102) também   fixa, porém um vidro central foi removido (15 x 102) e instalado uma tela no local (FIG. 77).

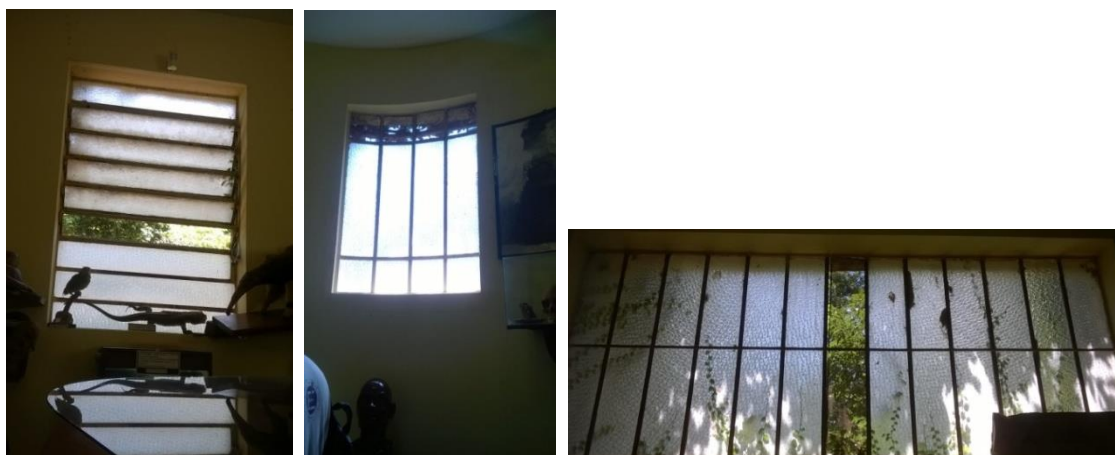


Figura 77 - Esquadrias do edifício
(a primeira   tipo basculante e as demais são fixas)

Fonte: arquivo pessoal (2015)

Pela simula o realizada utilizando o programa Fluxovento (FIG. 78), vê-se que parte da ventila o externa penetra através da porta de entrada, mostrando que o interior   pouco ventilado.

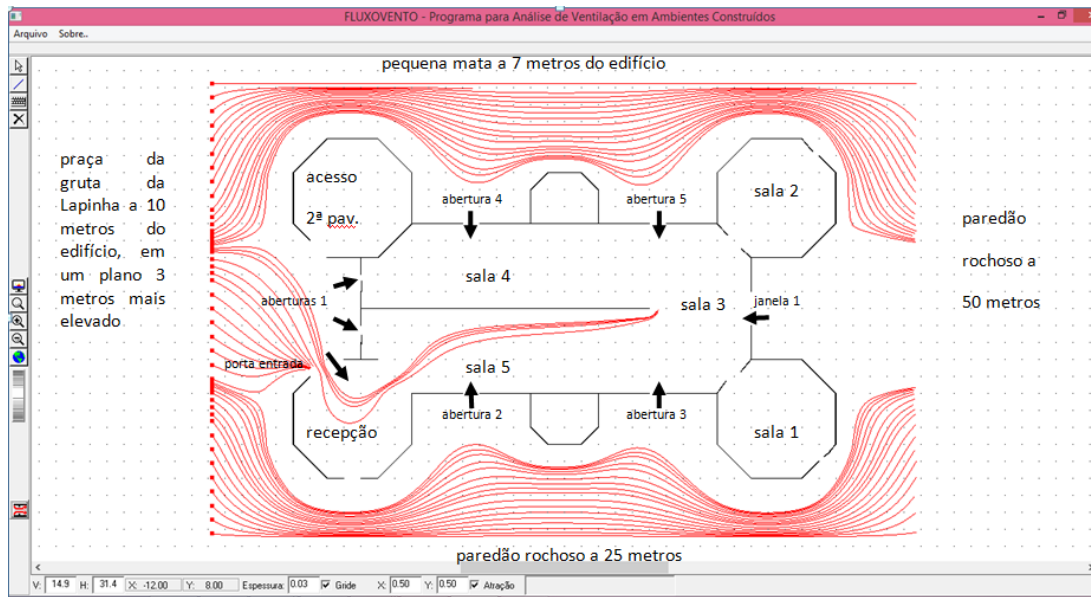


Figura 78 - Avaliação da ventilação através do programa Fluxovento e indicação do relevo e vegetação local.

Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

A inconveniência da pouca circulação de ar interna já devia ser observada pelo fundador, pois conforme demonstra uma fotografia antiga (sem data), um ventilador era usado em uma das salas de exposição (FIG. 79).



Figura 79 - Ventilador ao fundo da sala.

Fonte: arquivo da família Bányai (s/d)

Para estudar possibilidades de melhoria na ventilação e circulação de ar no interior do museu foi simulado modificações nas aberturas através do programa Fluxovento. Na figura 80 aumentou-se as aberturas na fachada principal. Esta alteração promove melhor circulação nas salas 3, 4 e 5, criando uma "ventilação cruzada".

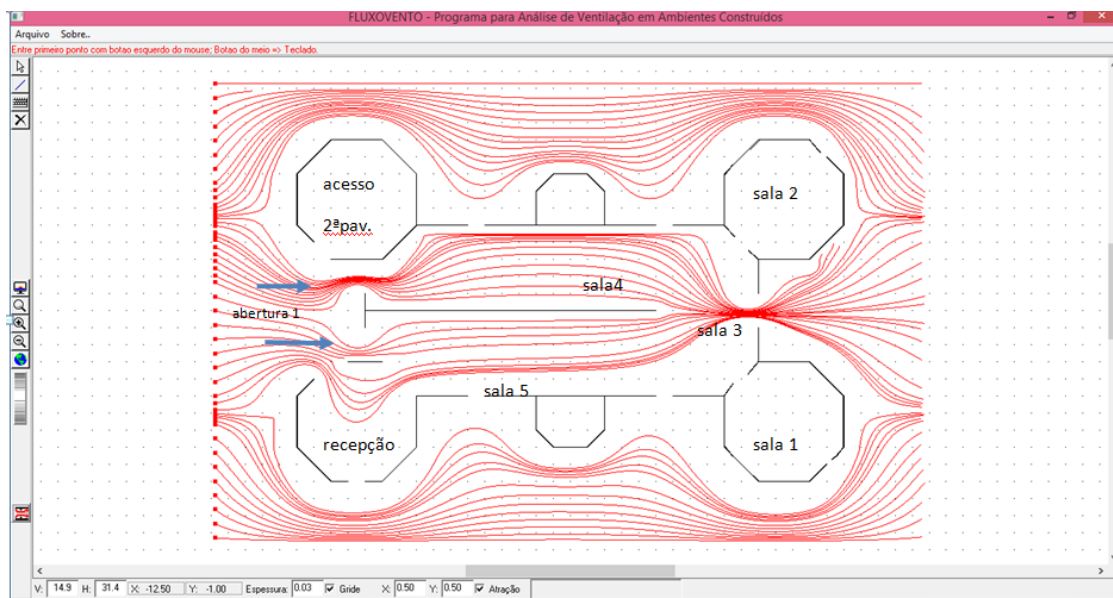


Figura 80 - Simulação 1

Alterando a área de abertura da fachada principal (indicadas pela seta azul).

Considerou-se na simulação 2, além das alterações promovidas anteriormente, abrir as esquadrias que atualmente são fixas nas salas 4 e 5 (aberturas 2, 3, 4 e 5, ver setas em azul. FIG. 81). Nesta simulação o ar que penetra pelas aberturas 1 da fachada saem pelas novas aberturas e também pela janela pela existente (janela 1). As salas 1 e 2 continuam não recebendo ventilação.

Realizou-se nova simulação 3 (FIG. 82), sem alteração nas aberturas da fachada principal, mantendo as aberturas nas salas 4 e 5 e criando novas aberturas nas salas 1 e 2, visando favorecer a ventilação nestas 2 salas. Nesta simulação pretendeu-se também minimizar a intervenção na fachada.

Por fim, a quarta simulação (FIG. 83) reúne todas as alterações: aumento das aberturas da fachada principal, abertura nas esquadrias das salas 3 e 4, novas aberturas nas salas 1 e 2. Dessa forma a circulação do ar percorre todos os ambientes.

Para uma avaliação mais abrangente da ventilação seria necessário, ainda, conferir a quantidade de trocas de ar existentes nos ambientes, a velocidade do vento, a qualidade do ar, procedimentos que não fazem parte da proposta desta dissertação, mas que seriam muito valiosos para uma complementação dos estudos realizados.

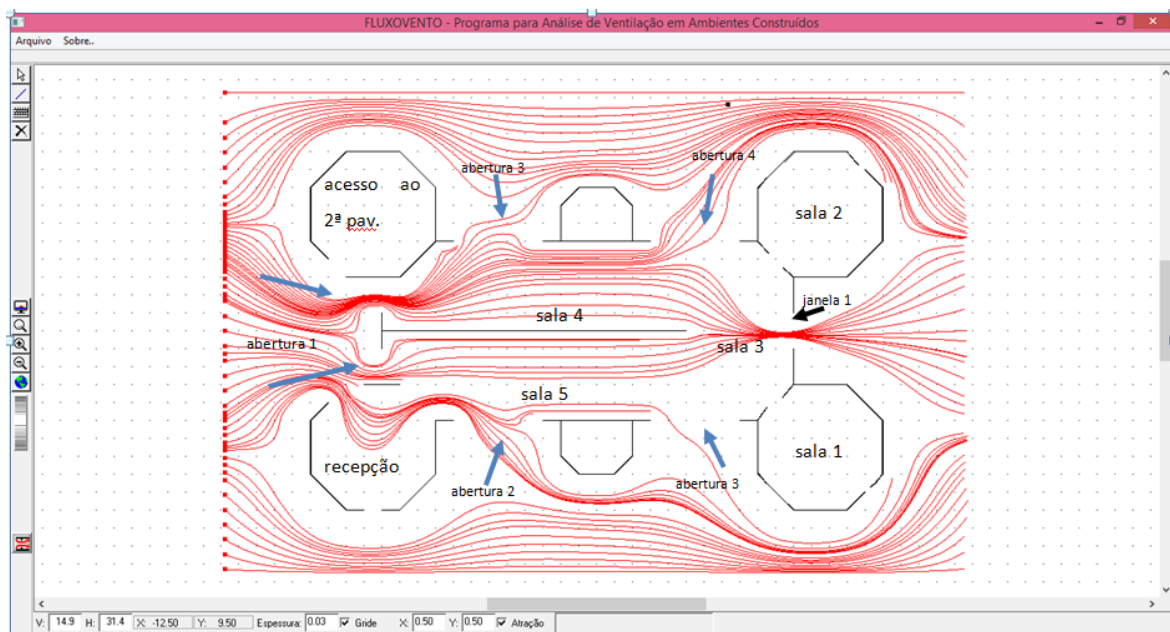


Figura 81 - Simulação 3
Alterando a área de abertura das esquadrias fixas existentes (indicadas pela seta azul).

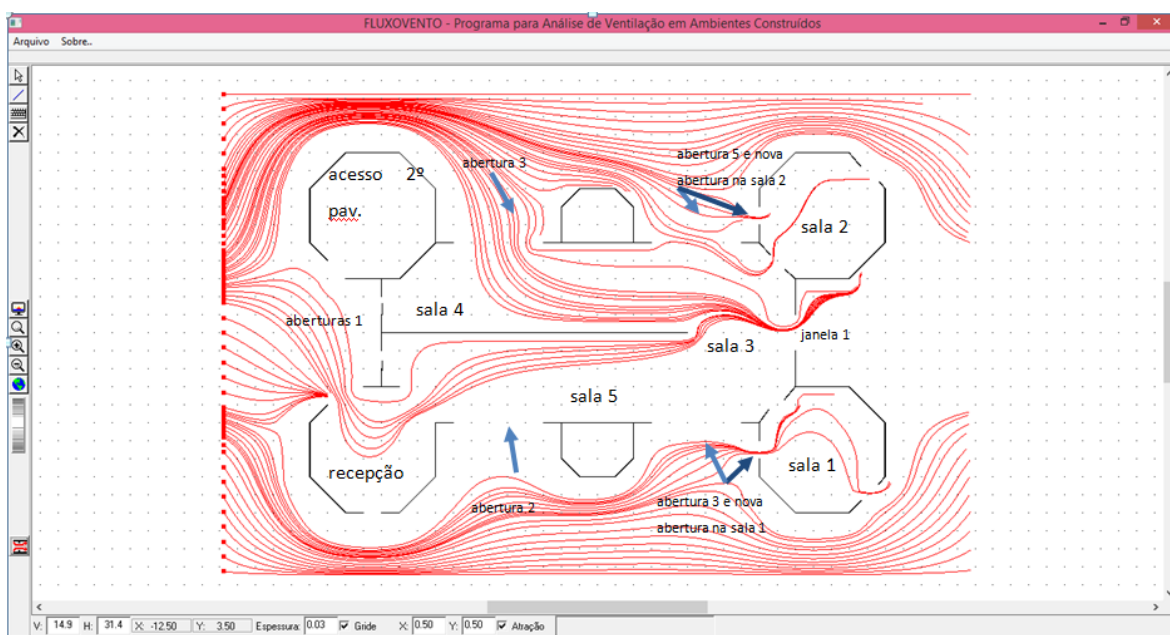


Figura 82 - Simulação 3
Alterando a área de abertura das esquadrias fixas existentes e criando novas aberturas nas salas 1 e 2 (indicadas pela seta azul).

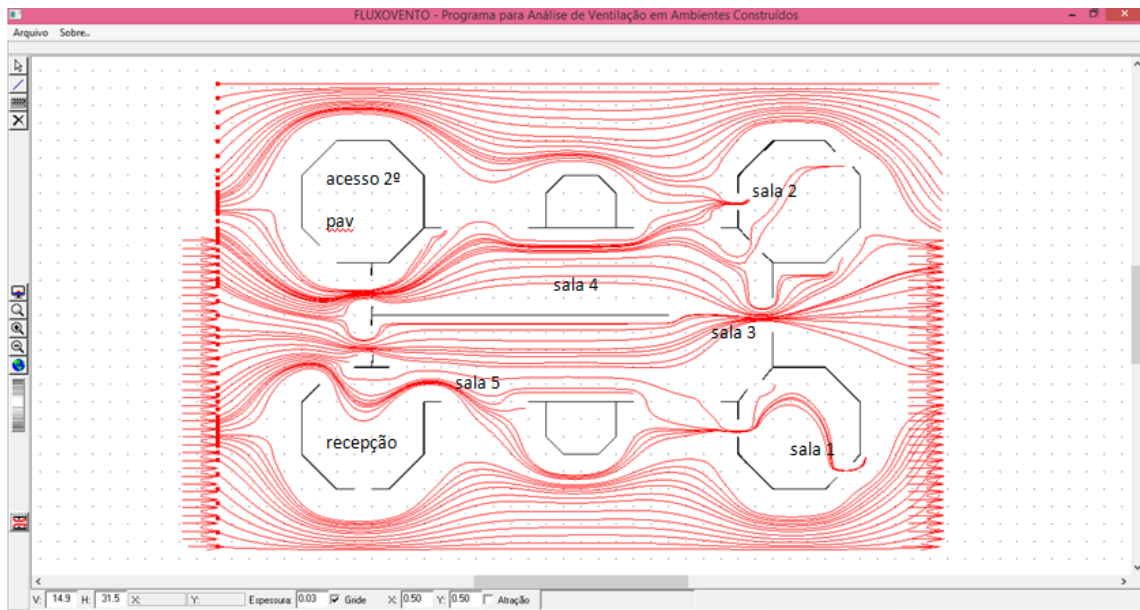


Figura 83 - Simulação 4
Alterando área de abertura

3.4 A insolação

A trajetória solar foi avaliada através do programa *Sketchup*. Determinou-se para a simulação, as datas iniciais das estações do ano em 2015, especificando os horários de 8, 12 e 16 horas: solstício de inverno – 21/6/15 – (FIG. 83,85, 86), equinócio (FIG. 87, 88, 89) – 20/3/2015 –, solstício de verão (FIG. 90, 91, 92)– 22/12/12 –⁸⁵ Como a inclinação do sol é a mesma nos equinócios de outono e primavera, pode-se simular a trajetória em apenas uma das estações.

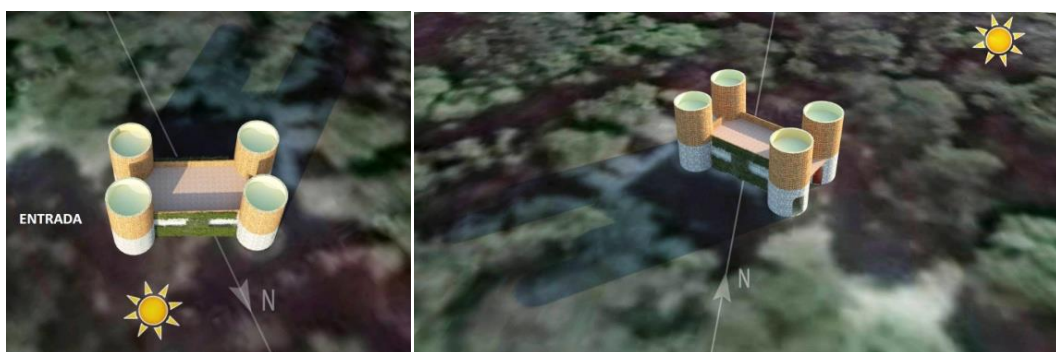


Figura 84 - Simulação insolação inverno
21/6/2015 8hs

⁸⁵ As datas de início das estações do ano variam de ano para ano. Fonte: <http://www.uranometrianova.pro.br/circulares/circ0036.htm>. acesso 18/1/2015.

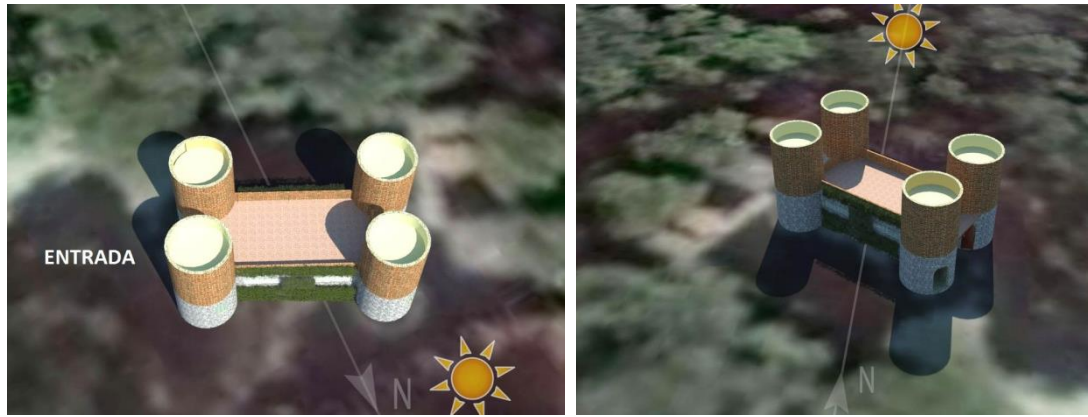


Figura 85 - Simulação insolação Inverno
21/6/2015 12hs

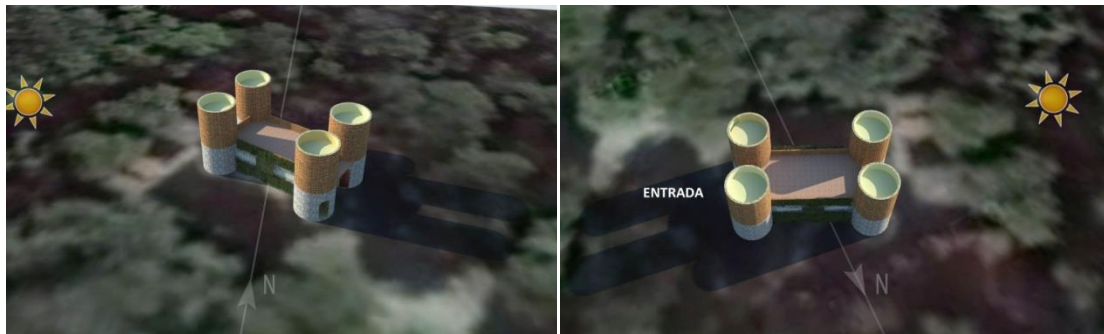


Figura 86 - Simulação insolação inverno
21/6/2015 16hs

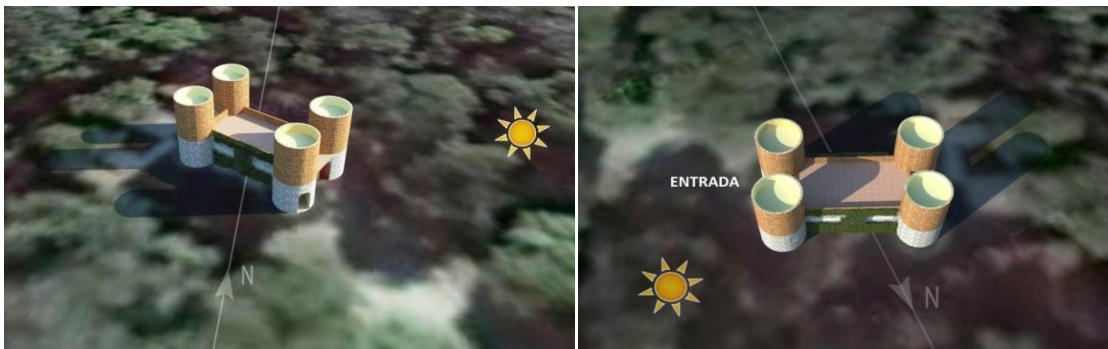


Figura 87 - Simulação de insolação equinócio.
20/3/2015 8hs

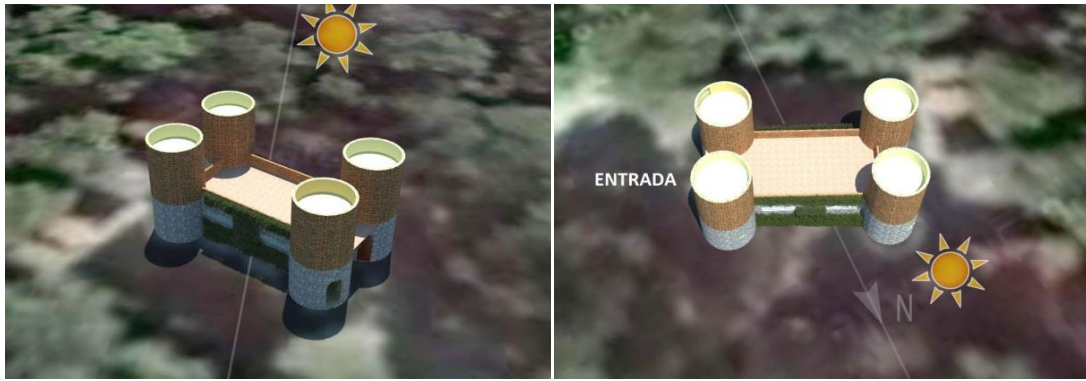


Figura 88 - Simulação insolação equinócio
20/3/2015 12 hs

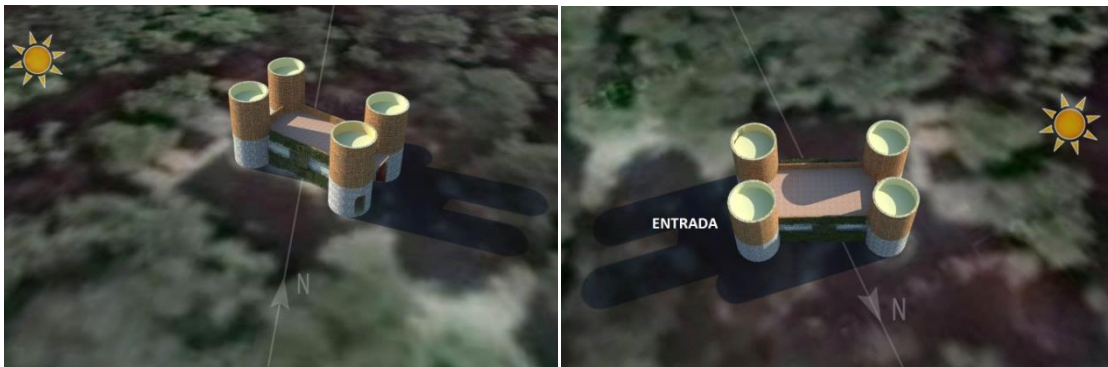


Figura 89 - Simulação insolação equinócio
20/3/2015 16 hs

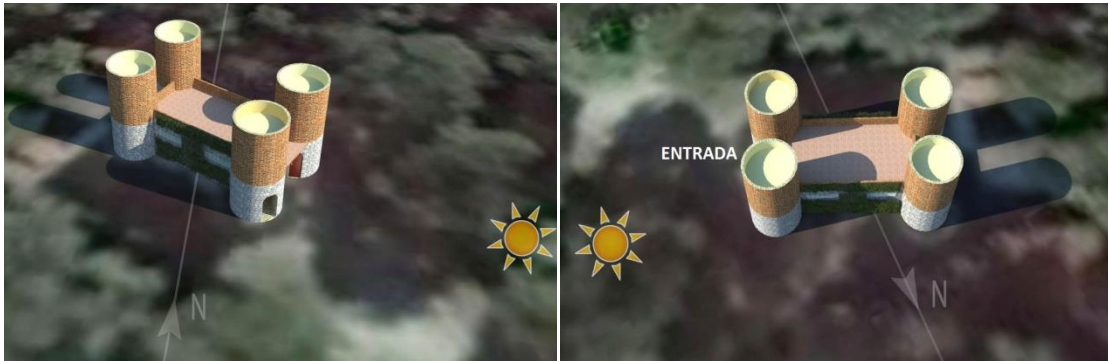


Figura 90 - Simulação insolação verão
22/12/2015 8hs

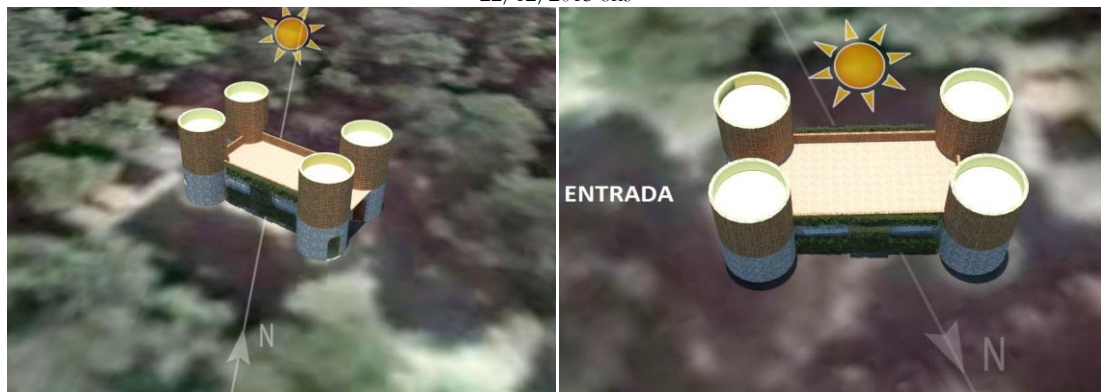


Figura 91 - Simulação insolação verão
22/12/2015 12hs

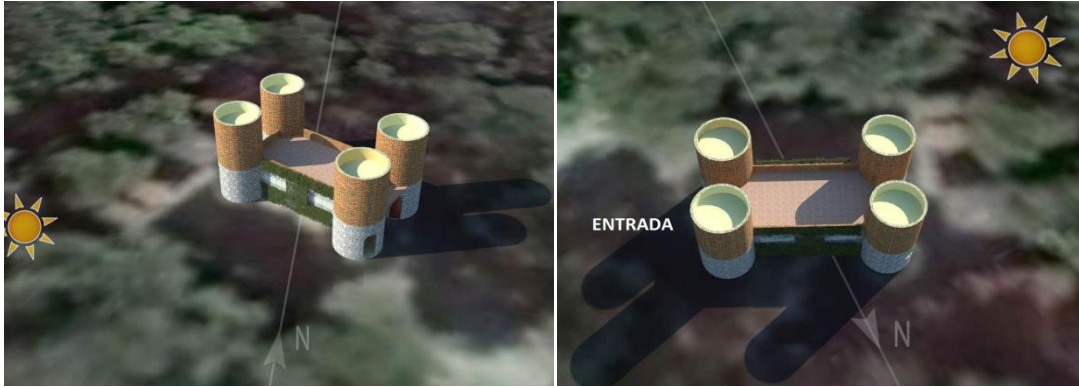


Figura 92 - Simulação insolação verão
22/12/2015 16 hs

A cobertura recebe sol em todos os períodos, influenciando bastante na T interna, as áreas sombras são produzidas pela própria edificação, e em função de ser plana, recebe uma carga térmica muito maior do que as fachadas. A trepadeira é um elemento que ameniza a radiação através das paredes. A luz solar penetra no interior pelos vidros das esquadrias, principalmente pelos vidros das fachadas Norte e Oeste (FIG. 93,94).



Figura 93 -Esquadrias da fachada Oeste.
Fonte: Arquivo pessoal: 2016



Figura 94 - Esquadrias da fachada Norte.
Fonte: Arquivo pessoal: 2016

3.6 O acervo: estado de conservação e acondicionamento

O estado de conservação dos artefatos em exposição é bom. De uma forma geral, o acervo ósseo e o de animais taxidermizados são os que apresentam mais problemas estruturais, evidenciando a questão da vulnerabilidade destes acervos em relação às condições ambientais. Os artefatos ósseos apresentam algumas áreas de perdas de suporte (que podem existir desde a escavação), abrasões, fraturas, concreções, incrustações, manchas diversas, sujidades e marcas de adesivos indicando intervenção anterior.

O acervo cerâmico também apresenta sinais de intervenções anteriores, complementos de suporte, repintura e colagem.

As vitrines originais são estruturadas em madeira sucupira, com vidro incolor de 3 mm que move-se no sistema de guilhotina. O encaixe por onde o vidro corre é bem justo, fator que favorece a vedação, mas dificulta a remoção deste quando necessário (para limpeza, alguma avaliação ou tratamento no acervo). O fundo é feito em painel *ecatex* com um revestimento de papel, onde os objetos são fixados por adesivo ou apoiados em prateleiras de vidro (FIG. 95). O acervo preso ao papel acaba sofrendo desprendimentos. Muitos expositores estão instalados diretamente nas paredes externas, recebendo umidade através deste contato.

Artefatos minerais ficam dispostos em peças de MDF bem próximo ao piso (Fig. 96 a). São objetos pesados e precisam de estruturas robustas para sua sustentação. Algumas vitrines possuem iluminação fluorescente internamente (FIG 96 b) e não possuem de filtros de proteção. Prateleiras fixadas nas paredes são empregadas para exibição de animais taxidermizados (FIG. 96 c).

As legendas são em papel, e periodicamente são trocadas devido instabilidade do material e deteriorações sofridas. O sol que incide nas janelas, atinge os objetos e vitrines próximos. As aberturas permitem entrada de poeiras e insetos (apesar da tela existente). Identificou-se também sujidades, presença de insetos, poeiras, manchas de umidades em diversos expositores.



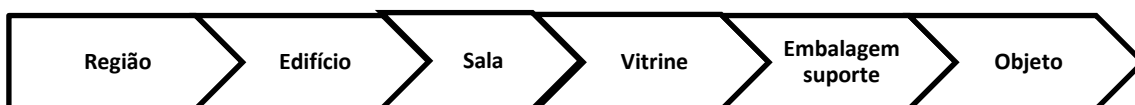
Figura 95 - Vitrines fixadas nas paredes
a) Vitrine de artefatos líticos e ósseos (fixados com adesivo no fundo ou dispostos em prateleiras de vidro)
b) Vitrine em parede com sinais de mofo
Fonte: arquivo pessoal (2016)



Figura 96 - Suportes e Vitrines
a) Artefatos minerais b) Acervo cerâmico: vitrine com iluminação c) Animal taxidermizado

CONSIDERAÇÕES

Os estudos desenvolvidos nesta dissertação demonstraram a abrangência de uma análise ambiental com vistas à Conservação Preventiva de coleções. As pesquisas realizadas percorreram temas da Arquitetura, Arqueologia, Geografia, História, Museologia, Conservação de Bens Culturais, entre outros campos de conhecimento, evidenciando a complexidade e interdisciplinaridade que envolve o diagnóstico ambiental. O levantamento de dados abarcou todas as camadas adjacentes até chegar ao objeto:



De acordo com a proposta estabelecida, priorizou-se investigações que influenciam na estabilidade da Temperatura e Umidade Relativa ambiental, fatores reconhecidamente relevantes para a integridade física dos objetos. Aplicou-se os conhecimentos adquiridos com o estudo dos principais fundamentos teóricos, apresentados no Capítulo 1, nos resultados obtidos através da metodologia empregada: o estudo de caso do MARLS. Este percurso favoreceu a comparação das análises qualitativas – a observação detalhada do local e do acervo –; com os resultados das análises quantitativas – monitoramento interno e externo, cálculos da NBR 15220 de desempenho térmico de edificações –; e as simulações computacionais. Ficou evidenciado que a medição de T e UR realizada criteriosamente, com equipamentos bem aferidos e instalados, a correta captação e análise sistemática dos registros obtidos, é uma ferramenta valiosa que orienta as demais análises, pois fornece dados reais para um ajuste das simulações, cálculos e parâmetros de conservação, dentro de uma situação ambiental específica.

Sabe-se que o acervo do MARLS está abrigado no local desde a inauguração, em 1972. Porém a datação de muitos objetos é estimada em cerca de 8.000 anos de existência. Visto a inegável significância dos artefatos arqueológicos, deve-se pensar em medidas de conservação que garantam a existência prolongada destes objetos, mantendo-os em condições favoráveis para que a comunidade e demais interessados continuem a usufruir deste patrimônio cultural.

As simulações computacionais foram empregadas como ferramentas diagnósticas complementares e possibilitaram visualizar a ventilação, a insolação e o comportamento

térmico do edifício. Trabalhamos nesta pesquisa com os programas *Fluxovento*, Sketchup e *Arquitrop*. O emprego de modelos computadorizados utilizados para projetos arquitetônicos mostrou-se muito útil para a avaliação das condições adequadas à conservação de coleções.

Com o *Fluxovento* foi possível ponderar a circulação de ar no interior do museu, quais áreas possuem pouca ventilação e simular melhorias.

Os resultados das simulações do *Arquitrop* se mostraram mais adequados aos meses frios, levantando a hipótese do programa ser mais eficiente para climas amenos. Esta suposição se baseia na comparação realizada entre os valores apresentados pelo programa, com os dados obtidos pela medição realizada com os HOBOS. Este exemplo confirma a importância das medições locais para o confronto com outras avaliações. Essa discordância não invalida os resultados apontados pelo programa, mas sim um direcionamento a uma análise crítica e ampliada das avaliações. Destacamos as seguintes reflexões sobre diagnóstico realizado no MARLS:

1. Em relação à posição geográfica: a localização determina as condições do clima tropical (verão - quente e úmido; inverno - frio e seco), vegetação (cerrado) e relevo (cárstico com paredões rochosos ao redor da edificação). As modificações realizadas pelo homem no local, referem-se à ambientação externa: plantas de pequeno, médio e alto porte, construção do Museu Peter Lund a cerca de 70 metros do local do Museu.

2. Em relação ao edifício: os materiais construtivos básicos, o tijolo, a pedra calcária, o cimento e a argamassa, determinaram um atraso térmico de 2,46 horas, de acordo com cálculo da NBR 15220, caracterizando um pequeno índice de atraso térmico (o que significa que as paredes do edifício possuem pouca capacidade térmica). A cobertura plana com laje de concreto favorece a condução de calor para o interior, este elemento foi apontado na simulação do *Arquitrop* como o maior componente arquitetônico de transmissão de calor. A radiação solar penetra ainda pelos planos envidraçados, principalmente nas fachadas Norte e Oeste. A ventilação existente tem como entrada de ar principal a porta do museu, quando este está aberto. Padfield (2007) indica o mínimo de 2 trocas de ar por hora, enfatizamos que a pesquisa deste autor é específica para climas temperados. A simulação realizada no programa *Arquitrop* avaliou o ambiente do MALRS em 3 trocas de ar por hora, porém no *Fluxovento* verificou-se pouca ventilação interna, as salas redondas (salas 1 e 2 na figura 54) não apresentaram circulação necessária à renovação e limpeza do ar interior. Levando em consideração a observação de áreas com

sinais de crescimento de mofo, consideramos que uma circulação de ar mais adequada, com os devidos cuidados, implementaria melhorias no ambiente. A ventilação natural é citada pelas fontes teóricas como uma boa estratégia para o gerenciamento ambiental e conservação de acervos.

4. Paredes: comparando-se o cálculo do atraso térmico utilizando as equações da NBR 15220, com o apresentado pelo monitoramento (diferença entre o registro da T máxima externa e interna), têm-se uma variação de cerca de 1 hora. Pode-se presumir que está ocorrendo uma retenção de umidade nas paredes, alterando o comportamento dos materiais construtivos em relação à condutividade térmica. É também plausível que a planta Hera que reveste quase a totalidade da parede externa favoreça este fenômeno. Sabe-se que uma parede revestida por vegetação tem características de promover um resfriamento interno, mas pode reter umidade e causar danos à alvenaria e tubulações. Esta cobertura natural demanda muita manutenção.

5. Janelas: o museu tem apenas uma janela móvel tipo basculante. As demais esquadrias são fixas, o que de um lado é interessante se avaliarmos a questão de segurança e entrada de particulados. Porém, limitam a entrada e o controle de ar (abrir e fechar as janelas, conforme necessidades). Os painéis de vidro não possuem filtro para proteção de UV.

6. Piso: As características dos materiais, pedra Lagoa Santa, o tipo de assentamento, com juntas largas de cimento, favorece a retenção de umidade pelo piso, principalmente quando este é lavado. A pouca ventilação interna também contribui para uma evaporação mais lenta.

7. Cobertura: O estilo arquitetônico do edifício com uma cobertura plana exige supervisão e manutenção periódica da impermeabilização. A falta de um beiral torna as paredes mais suscetíveis à escoamento de água pela chuva.

8. Vegetação e relevo: avaliamos as alturas e o afastamento das árvores ao redor da edificação conforme a indicação do Manual do IPHAN. As mais altas obedecem a distância mínima de 3 metros do edifício. Como o museu está localizado num parque estadual a vegetação ao redor é abundante, atraindo pequenos animais, insetos, demandando uma vistoria constante no espaço interno. A vegetação mais alta à esquerda, o paredão rochoso que forma a gruta à direita e nos fundos do edifício, formam uma barreira contra os ventos.

8. O monitoramento: as análises de cálculo a partir das médias horárias mensais, apontam a UR e T dentro dos limites indicados como adequados para o acervo. A T não atinge

limite mínimos, ficando mais próxima dos limites mais altos. A UR fica nos limites médios. Porém, ao reduzir a análise para períodos menores, sem observar médias, verifica-se melhores condições no inverno (período mais seco e mais frio). A carta psicrométrica (gráfico 12) mostra que os índices de UR se encaixam nos parâmetros considerados adequados ao acervo (entre 50 e 70%) já a T mostra-se elevada (valores acima de 28°C). Este fato comprova a teoria de que as manifestações internas de mofo podem ocorrer devido às patologias da parede. As comparações entre as médias horárias mensais diurnas com as noturnas demonstram pouca flutuação nas duas variáveis analisadas. A aplicação dos dados medidos em planilhas e gráficos possibilitou várias análises que mostraram a realidade do ambiente interno e como ele funciona como estrutura protetora frente ao clima externo. Por isso a importância dos registros internos e externos.

10. Atraso térmico: Comparando-se os cálculos de atraso térmico entre os valores medidos e o resultado obtido pela equação da NBR 15220, nota-se uma diferença de 1 hora. Pode-se entender que outros fatores interferem neste parâmetro. O provável teor de umidade das paredes (visível nas patologias) pode ser responsável pelo aumento da condutividade térmica alterando o comportamento dos materiais construtivos.

Espaço interno: Espaço interno: as salas de exposição possuem dimensões reduzidas. As duas em formato arredondado (salas 1 e 2 na figura 54) têm 3,6 m de diâmetro, e as duas retangulares maiores medem aproximadamente 2,55 x 11 metros. Portanto, as paredes são muito necessárias para a fixação de vitrines e exposição do acervo. Como a maior parte de paredes são externas, pode ocorrer infiltrações, sendo assim, deve-se prever um artifício para evitar migração de umidade para as vitrines.

11. Vitrines e exposição: estabelecem uma apresentação que atrai o olhar dos visitantes. Presenciamos o interesse das crianças e adultos pela exposição. Os principais inconvenientes encontrados referem-se ao sistema de fechamento das vitrines (encaixe do vidro), iluminação fluorescente sem proteção de UV, colagem de objetos no papel que reveste o fundo dos displays. Alguns objetos são dispostos muito próximos ao chão e outros apenas organizados em prateleiras, ficando vulneráveis a acidentes e vandalismo (apesar da gestora nos informar que não tem registros de casos de vandalismo ou roubos). Os animais taxidermizados ficam muito expostos, próximos à janelas, sem campânulas.

Possíveis estratégias:

Em relação ao edifício e as condições de T e UR adequadas ao acervo, avaliamos que primeiramente deve-se tratar o edifício, sanando as patologias produzidas pela umidade

(manchas e mofos nas paredes e teto). É de suma importância a manutenção do edifício, principalmente da cobertura (impermeabilização), vedação das janelas, avaliação de fissuras nas paredes, vistorias no sistema hidráulico e controle da vegetação ao redor (podas). A trepadeira que reveste a parede externa deve ser criteriosamente observada. Sabe-se que ela contribui para amenizar a condução de calor, mas pode reter umidade nas paredes e danificar tubulações, contribuindo para aumento da deterioração por umidade. Estima-se que uma poda mais significativa dos galhos poderia "abrir um espaço" para que a parede respire melhor e facilitar uma avaliação mais detalhada, pois pode existir pequenas fissuras nas paredes escondidas entre os ramos. Não se propõe retirar toda a cobertura vegetal, mas diminuir o volume e avaliar o benefício interno desta medida.

O monitoramento mostrou que existem índices de T inadequados ao acervo, e as análises apontaram a cobertura como elemento condutor de calor para o interior. Uma forma de controle seria instalar material isolante térmico no forro da área expositiva (o pé direito tem 3.40 m., possibilita colocar um forro térmico sem prejuízo da ambiência interna). Este recurso está em consonância com medidas sustentáveis e passivas de controle ambiental.

Para a exposição acredita-se que a reestruturação das vitrines é possível, sem alterar o conceito museográfico original. É importante instalar estruturas que afastem as vitrines das paredes externas e promovam uma circulação de ar, elaborar suportes adequados ao formato e peso dos objetos. Substituir os vidros que fazem o fechamento dos displays por peças em acrílico seria um recurso para favorecer a abertura quando necessário. Sugere-se também avaliar a necessidade e a adequação da iluminação instalada em alguns expositores.

Devido a relevância do conjunto de esqueletos dispostos na urna funerária, a vitrine para estes objetos merece cuidados especiais, que podem envolver a retirada da iluminação interna, instalação de um termo higrômetro digital no interior, para verificação das condições ambientais, e caso necessário, implementar o uso de reguladores de UR, como a sílica gel. Este procedimento pode ser estendido a outros acervos similares.

A localização do museu dentro de um parque natural implica em vistorias constantes, devido à proximidade com pequenos animais, insetos, plantas e demais elementos que oferecem riscos ao acervo. A limpeza correta e constante, sem utilização de água em abundância favorece à conservação. O planejamento em todos os setores das instituições é ferramenta eficaz para garantir a qualidade e processo de melhoria contínua das instituições de guarda (ICOM, 2004).

No intuito de contribuir e retribuir mesmo que de forma simples pela oportunidade da realização desta pesquisa no MARLS, visando uma proteção dos minerais, providenciou-se alguns suportes para o acondicionamento destes artefatos, que ficavam expostos sobre uma peça de MDF de 15 mm, direto no chão. O novo suporte instalado possui rodízios de silicone que proporciona um afastamento do piso e facilita a movimentação dos pesados objetos, facilitando a limpeza do local. Apresenta ainda um pequeno ressalto na borda que funciona como um guarda corpo de proteção. Isto pode ser considerado um artifício emergencial para a conservação de objetos.

Sugestões para futuras pesquisas

O estudo detalhado da ventilação interna exige metodologia e equipamentos que não fizeram parte da proposta desta dissertação. As simulações realizadas no *Fluxovento* apontam soluções simples para implementar melhorias, tais como alterar esquadrias existentes (com vidros fixos para móveis), sem interferência ao estilo arquitetônico. Estas intervenções podem ser consideradas como uma reparação, possíveis de serem implementadas em imóveis tombados, com é o caso do MARLS. Para a tomada de decisão consciente, deve-se ampliar as investigações.

Interessante também seria medir o teor de umidade das paredes, realizar análises para identificar a existência de sais solúveis, comumente presentes nas patologias provenientes dos fenômenos de higroscopicidade, bem como colher amostras para identificar os fungos existentes no local.

Conclusão

A escolha do MARLS foi enriquecedora para o desenvolvimento desta dissertação. A parte técnica estudada nesta dissertação se justifica em função da relevância das ações de Conservação Preventiva para a salvaguarda dos valores tangíveis e intangíveis, dos bens culturais que estão sob a guarda do museu. Vivenciamos ainda, o trabalho cotidiano de uma instituição museológica que sobrevive às custas do árduo trabalho dos seus gestores em função do patrimônio cultural brasileiro.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas e Técnicas. NBR 15220-1: *Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades*. Rio de Janeiro, 2003a.
- _____. NBR 15220-2: *Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações*. Rio de Janeiro, 2003b.
- ABREU, M. L. *Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: De Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul*. Geonomos, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 17-22, 1998.
- ASHRAE. – Heating, Ventilating, and Air-conditioning Applications Standards 62-1999 - *Ventilation for acceptable indoor air quality*. Atlanta: ASHRAE, 1999.
- ASHRAE. – Heating, Ventilating, and Air-conditioning Applications. 2007. *Handbook: HVAC Applications*. SI edition. Atlanta: ASHRAE, 2007.
- ASSIS, Eleonora Sad de; BASTOS, Renata Vasconcelos. *Análise das condições de conservação do acervo da Biblioteca da Escola de Arquitetura da UFMG*. IN: IX ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007. Ouro Preto. São Paulo: ANTAC/UFMG, 2007, v. 1, p. 142-151.
- ASSIS, W. L. *O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva tempo-espacial*. 299 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MPBB-89XH5T>. Acesso: 10/3/2015.
- ARAÚJO, Carlos Alberto Ávila. *Museologia: correntes teóricas e consolidação científica*. In: *Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio*. Rio de Janeiro. PPG-PMUS Unirio, MAST. vol. 5, 2012. Disponível em: <http://revistamuseologiaepatrimonio.mast.br/index.php/ppgpmus/article/viewFile/159/199>. Acesso: 20/8/2015.
- AYOADE, J.O. *Introdução à climatologia nos trópicos*. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 1996.
- BAHIA, Sérgio Rodrigues; GUEDES, Paula de Azevedo. *Elaboração e atualização do código de obras e edificações*. Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, ELETROBRAS/PROCEL, 2012. disponível em http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/guia_codigo_obras_1.pdf. Acesso em 10/1/2016.
- BÁNYAI, Mihaly. *Minhas Pesquisas Arqueológicas na região de Lagoa Santa*. Belo Horizonte: Symbiose, 1997.
- BARBOSA, M. J.; LAMBERTS, R.; GUTHS, S. Uso de barreiras de radiação para minimizar o erro no registro das temperaturas do ar em edificações. In: *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 8, n. 4,

2008, p. 117-136. Disponível em <http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/6090/4715>. Acesso em 30/3/2015.

BARFORD, Michael. More easy environmental monitoring: dataloggers. In: *Abbey Newsletter*, 15.7, p. 108, Nov. 1991. Disponível em <http://cool.conservation-us.org/byorg/abbey/an/an15/an15-7/an15-706.html>. Acesso em 10/1/2016.

BERBERT-BORN, M. *Carste de Lagoa Santa, MG - Berço da paleontologia e da espeleologia brasileira*. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio015/sitio015.htm>. Acesso em 29 de novembro de 2015.

BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Cristina. *Introdução à Ventilação Natural*. Maceió: EDUFAL, 2008.

BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Cristina. *Ventilação Natural em Edificações*. Rio de Janeiro: PROCEL. 2010.

BRANDI, Cesare. *Teoria da Restauração*. Trad. Beatriz Kuhl. São Paulo: Ateliê, 2004.

BYRRO, Marina R. *Arquitetura na conservação preventiva em museus*. In: I ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO. 2011, Porto: CITAR/UCP, 2011.

BECK, Ingrid. *Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos*. 2001. Disponível em <http://www.arqsp.org.br/cpba/>. Acesso em 0/5/2015.

BOITO, Camillo. *Os restauradores*. Tradução de Beatriz Mugayar Kühl e Paulo Mugayar Kühl. São Paulo: Ateliê editorial, 2003.

BORGES, Célia. Patrimônio e memória social: a formação da política de preservação de bens históricos no Brasil e a construção do imaginário coletivo. In: *Locus: revista de história*. Juiz de Fora: Núcleo de História Regional/Editora UFJF, v.5, n.2, 1999.

BOURDEAU, James. Avanços em Conservação Preventiva: pesquisa científica aplicada, estratégias de risco, estruturas e governo. In: *Um olhar sobre a preservação do patrimônio cultural material*. Rio de Janeiro: Museu Histórico Nacional, 2008.

BRAGA, Márcia; et al. *Conservação e restauro: arquitetura*. Rio de Janeiro: Ed (2003).

BRASIL, Decreto n. 25 de 30 de novembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. *Diário Oficial*, Rio de Janeiro, 30 de novembro de 1937.

— Lei n. 3.924 de 26 de julho de 1961. Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos. *Diário Oficial*, Brasília, 26 de julho de 1961.

BRUNO, Maria Cristina Oliveira. Musealização da Arqueologia: um estudo de modelos para o Projeto Paranapanema. In: *Cadernos de Sociomuseologia*, n.17. Lisboa: Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, 1999.

BRUNO, Maria Cristina Oliveira. Estudos de cultural material e coleções museológicas: avanços, retrocessos e desafios. In: *Cultura Material do Patrimônio da Ciência e Tecnologia*. Rio de Janeiro: MAST, 2009.

CAMPOS, Guadalupe do Nascimento; SOLÓRZANO, Guillermo. *Contribuição ao resgate da História através da caracterização analítica e estrutural de objetos arqueológicos*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL MUSEUS CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Rio de Janeiro: Museu Histórico Nacional, 2007.

CÂNDIDO, Manuelina Maria Duarte. *Arqueologia musealizada: Patrimônio cultural e preservação em Fernando de Noronha*. 2004. 105 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etnologia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004. Disponível em: https://www.academia.edu/4042483/2004__Arqueologia_musealizada_patrim%C3%B4nio_cultural_e_preserva%C3%A7%C3%A3o_em_Fernando_de_Noronha. Acesso: 22/1/2016.

CASSAR, May. *Environmental Management: guidelines for museums and galleries*. London: Routledge, 1995.

CASTRIOTA, Leonardo Barci. *Patrimônio Cultural: conceitos, políticas, instrumentos*. Belo Horizonte: IEDS, 2009.

CARVALHO, C. V. A.; MARTHA, L. F.; TEIXEIRA, W. FLUXOVENTO - *Um simulador gráfico interativo para o estudo de ventilação em ambientes construídos*. In: VII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC), Maceió. ISBN: 85-89478- 12-2. Maceió, v. 1. p. 350-360, 2005. Disponível em: http://www.tecgraf.puc-rio.br/publications/artigo_2005_fluxovento_simulador_grafico_interativo.pdf. Acesso em 05/6/2015.

CARVALHO, Claudia S. Rodrigues de. *O espaço como elemento de preservação dos acervos com suporte em papel*. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em http://www.casarui Barbosa.gov.br/dados/DOC/artigos/aj/FCRB_ClaudiaCarvalho_OEspaco_como_elemento_representacao_dosacervos_com_suporte_em_papel.pdf. Acesso em 10/11/2014.

FILHO, Chiodi Cid; RODRIGUES, Eleno de Paula . *Guia de aplicação de rochas em revestimentos*. São Paulo: ABIROCHAS, 2009.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. *Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os trópicos* . Rio de Janeiro: REVAN, 2003.

- CHIZZOTTI, A. *Pesquisa em ciências humanas e sociais*. Petrópolis: Vozes. 2006.
- CHOAY, Françoise. *A alegoria do patrimônio*. Tradução de Luciano Vieira Machado. 4. ed. São Paulo: Estação Liberdade: UNESP, 2006.
- CORRÊA, Sandra Rafaela Magalhães. O Programa de Cidades Históricas (PCH). *Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural*. Brasília: IPHAN/DAF/Copedoc, 2015. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/dicionarioPatrimonioCultural/detalhes/33/programa-de-cidades-historicas-pch>. Acesso em 10/11/2015.
- CUNHA, Cláudia dos Reis e. *Restauração: diálogos entre teoria e prática no Brasil e experiências do IPHAN. 2010*. Orientadora: Beatriz Kuhl. 171 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- DESVALLEES, André; MAIRESSE François (dir). *Conceitos-chave de Museologia*. Tradução de Bruno Brulon Soares e Marília Xavier Cury. São Paulo: comitê Brasileiro do ICOM, Pinacoteca do estado, Secretaria de estado da Cultura, 2013.
- DIAS, Welbia Carla. *Boletim SPHAN/FNPM: um espaço de comunicação do patrimônio cultural*. 2012 . Dissertação (Mestrado Profissional). IPHAN, Rio de Janeiro: 2012.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. O papel da ventilação natural nas edificações – metodologia de obtenção da proposta de zoneamento eólico para fins de levantamento do potencial de uso. *Caderno 9 – Eficiência Energética em Habitações de Interesse Social*. Brasília, MME, ELETROBRAS, 2005. Disponível em: www.pncc2.vwi.com.br/media/doc/acervo/0066461c89da56194e35a9a0c2acacdc.pdf. Acesso em 10 de dezembro de 2015.
- EVANGELISTA, Vânia Kele; TRAVASSOS, Luiz Eduardo Panisset. *Patrimônio Geomorfológico do Parque Estadual do Sumidouro*. Belo Horizonte: PUC Minas, 2014.
- FONSECA, Maria Cecília L. *O patrimônio em processo: trajetória da política federal de preservação no Brasil*. Rio de Janeiro: UFRJ/IPHAN, 1997.
- FELLER, R. Accelerated Aging - Photochemical and Thermal Aspects. In: *Research in Conservation*. The Getty Conservation Institute, 1994.
- FERNANDEZ, Isabel Garcia. História de la conservacion preventiva. In: *Geo-Conservación* N°5, p. 27-41, 2013. Disponível em <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4701559>. Acesso em 10/4/ 2015.
- FERREIRA, Cláudia S.F.M. *Importância da inércia bigroscópica em museus*. 2008. Dissertação (Mestrado em Reabilitação do patrimônio Edificado) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2008. Disponível em <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/12714/2/Texto%20integral.pdf>. Acesso em 20/5/2015.

FRANÇA, Júnia Lessa; VASCONCELLOS, Ana Cristina de. *Manual para normalização de Publicações Técnico-Científicas*. 8 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

GEOSFERA - Consultoria Ambiental. Coord. Antônio Pereira Pessoa. In: *Plano de Manejo do parque Estadual do Sumidouro*. Lagoa Santa: IEF, 2010. Disponível em http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/Plano_de_Manejo/Sumidouro/parque%20estadual%20do%20sumidouro%20plano%20de%20manejo%20manual%20de%20gesto.pdf. Acesso em 5/12/2015.

GRANATO, Marcus. Apresentação. In: *Conservação de acervos Conservação de Acervos/Museu de Astronomia e Ciências Afins*. Org. GRANATO Marcus, et al. Rio de Janeiro: MAST, 2007. 205p. (MAST Colloquia; 9).

HENRIQUES, Fernando M. A. *Humidade em Paredes*. Lisboa: LNEC, 2007.

HERRÁEZ, Juan et al. *Manual de seguimiento y análisis de condiciones ambientales. Plan Nacional de Conservación Preventiva*. Espanha: Secretaria General Técnica. 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/Adm/Downloads/14655.pdf>. Acesso em 10/3/2015.

FRONER, Yacy Ara. *Memória e Preservação: a construção epistemológica da Ciência da Conservação*. Rio de Janeiro 2010. Disponível em http://www.casaruibarbosa.gov.br/interna.php?ID_S=23&ID_M=657v. Acesso em 10/3/2015.

FRONER, Yacy Ara. *Relatório parcial: projetos integrados para a consolidação do centro Arqueológico da região de Lagoa Santa - Parque do Sumidouro*. Belo Horizonte, 2012.

FRONER, Yacy-Ara; ROSADO, Alessandra. *Princípios históricos e filosóficos da Conservação Preventiva*. Belo Horizonte: EBA/UFMG, 2008. Projeto: Conservação Preventiva: Avaliação e Diagnóstico de Coleções. Programa de cooperação Técnica: IPHAN/UFMG Tópicos em Conservação Preventiva, Caderno 2. Disponível em <http://www.lacior.org/demu/pdf/caderno5.pdf>. Acesso em 10/2/2015.

FRONER, Yacy-Ara; ROSADO, Alessandra. *Planejamento de Mobiliário*. Belo Horizonte: EBA/UFMG, 2008. Projeto: Conservação Preventiva: Avaliação e Diagnóstico de Coleções. Programa de cooperação Técnica: IPHAN/UFMG Tópicos em Conservação Preventiva, Caderno 2. Disponível em <http://www.lacior.org/demu/pdf/caderno5.pdf>. Acesso em 10/2/2015.

FROTA, Anesia Barros; Schiffer, Sueli Ramos. *Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo*. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

FROTA, Anésia B. *Geometria da Insolação*. São Paulo: Geros, 2004.

FUNDAÇÃO CASA DE RUI BARBOSA. *Conservação preventiva*. Disponível em http://www.casaruibarbosa.gov.br/interna.php?ID_S=218&ID_M=528. Acesso em 12/6/2015.

- GALVANI, Emerson. *Unidades Climáticas Brasileiras*. São Paulo: USP. 2010. Disponível em: http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Emerson/Unidades_Climaticas_Brasileiras.pdf. Acesso em 10/6/ 2015.
- GONÇALVES, W. de Barros, et al. *Edifícios que abrigam coleções*. Belo Horizonte: EBA/UFMG. 2008. Projeto: Conservação Preventiva: Avaliação e diagnóstico de coleções. Programa de Cooperação Técnica: IPHAN/ UFMG. Tópicos em Conservação Preventiva 6. Disponível em <http://www.lacicor.org/demu/pdf/caderno6.pdf>. Acesso em 10/2/2015.
- GONÇALVES, W. de Barros. *Métricas de Preservação e simulações computacionais como ferramentas para a conservação preventiva de coleções. Estudo de caso no Sítio Patrimônio Mundial Congonhas - MG*. 2013. 429 f. Tese (Doutorado em Artes) - EBA/UFMG, Belo Horizonte 2013. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/JSSS-9GRH79>. Acesso em 10/3/2015.
- GRAF, H. F. *Transmitância Térmica e Energia Incorporada na Arquitetura: sua relação nas superfícies do invólucro de uma edificação residencial unifamiliar conforme a Norma NBR 12721*. 167 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- GRANATO, Marcus; CAMPOS, Guadalupe do Nascimento. Teorias da conservação e desafios relacionados aos acervos científicos. In: *MIDAS Online*, 1, 2013. Disponível em: <http://midas.revues.org/131> ; DOI : 10.4000/midas.131. Acesso em 18/12.2015.
- GUICHEN, Gael de. *La conservation preventive: un changement profondde mentalité*. IN: CAHIERS D'ETUDES DU COMITE DE CONSERVATION (ICOM. C.C.), 1995. Disponível em http://archives.icom.museum/study_series_pdf/1_ICOM-CC.pdf. Acesso em 26 /7/2015.
- HERMRMAN, Gisela at al. Gestão Ambiental. IN: APA CARTSTE DE LAGOA SANTA - MG. Belo Horizonte: IBAMA/CPRM, 1998. Disponível em: http://observatorio.wwf.org.br/site_media/upload/gestao/planoManejo/PM_apa_carste_lagoa_santa.pdf. Acesso em 26/7/2015.
- HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva. 2001.
- ICOM. *Código de ética*. Disponível em: <http://www.icom.org.br>. Acesso em 10/7/2015.
- ICOM. *Mesa-Redonda de Santiago do Chile*. Chile. 1972.
- ICOM; UNESCO. *Como gerir um museu: manual prático*. Paris. 2004.
- ICCROM. *Climate in Museums. Measurement technical cards*. Rome, 1984.
- IEF - INSITTUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. *Parque Estadual do Sumidouro*. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/areas-protegidas/215?task=view>. Acesso em 01/03/2016.

IPHAN - INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL.
Disponível em: <http://www.iphan.org.br>. Acesso em: 05/01/2015.

IPHAN - *Manual de Conservação Preventiva para edificações*. Programa Monumenta: IPHAN, s/d.

JAPIASSÚ, Hilton. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago Editora LTDA, 1976.

JUNIOR, Luiz Cláudio Gonçalves. *Tombamento: Política de Incentivo Fiscal nos municípios paulistas do Vale do Paraíba*. 2008, 252 f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Centro Universitário Salesiano de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/teste/arqs/cp111438.pdf>. Acesso em 2/12/2015.

KOLLER, H. C. Geomorfologia APA Carste de Lagoa Santa. In: IBAMA/CPRM. MEIO FÍSICO/APA CARSTE DE LAGOA SANTA, M.G. Belo Horizonte: IBAMA/CPRM, 1997.

KRAUSE Cláudia Barroso. *Conforto Térmico*. In: MATERIAL DIDÁTICO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA SUSTENTABILIDADE E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA GPAS-FAU/UFRJ. Rio de Janeiro. 2009. Disponível em http://www.companhiadoscursos.com.br/pdf/ABC040/apostila_CHT_CBK%20especializa%C3%A7%C3%A3o%20para%20roberta.pdf. Acesso: 08/6/2015.

KULH, Beatriz Mugayar. Notas sobre a Carta de Veneza. In: ANAIS DO MUSEU PAULISTA. SÃO PAULO. N. Sér. v.18. n.2. p. 287-320. jul.- dez. 2010. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-47142010000200008. Acesso: 20/01/2015.

KULH, Beatriz Mugayar. História e Ética na Conservação e na Restauração de Monumentos Históricos. In: *Revista CPC*, São Paulo, v.1, n.1, p. 16-40, nov. 2005/ abr. 2006. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/cpc/article/view/15579/17153.pdf>. Acesso: 20/01/2015.

LABAKI, Lucila Chebet et al. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. In: *Mudanças climáticas e o impacto das cidades*. Revista Fórum Patrimônio, Belo Horizonte, v. 4, n.1, p. 23-42, 2011. Disponível em: http://www.forumpatrimonio.com.br/seer/index.php/forum_patrimonio/article/view/12/11. Acesso: 20/12/2015.

LAGOA SANTA. Disponível em: http://www.lagoasanta.com.br/museu_arqueologico_ls/tombamento/ACP%20%20Ac%E3o%20cicil%20publica%20-%20Gruta%20da%20Lapinha.pdf. Acesso 02.03/2015.

LAMBERTS, Roberto; et al. *Desempenho térmico de edificações*. Florianópolis, 2011. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161%20Apostilav2011_1.pdf. Acesso: 20.11/2015.

MACHADO, Ana M. A. Cultura, ciência e política: olhares sobre a história da criação dos museus no Brasil. In: FIGUEIREDO, Bethânia de; VIDAL, Diana. *Museus do Gabinete de Curiosidades à Museologia Moderna*. Belo Horizonte: Argumentum, 2010.

MAEKAWA, Shin et al. *Climate Controls in a Historic House Museum in the Tropics: A Case Study of Collection Care and Human Comfort*. IN: PLEA 2009 - 26TH CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, QUEBEC CITY, Canada, 22-24 June 2009. Disponível em: http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/barbosa_plea.pdf. Acesso em 5/7/2015.

MAEKAWA, Shin; FRANCIZA, Toledo. *A Collection Climate Control System for an Ethnographic Storage of a Museum in North of Brazil*. In: ASHRAE WINTER ANNUAL MEETING. Orlando, January 2010. Disponível em: http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/goeldi_ashrae.pdf. Acesso em 5/8/2015.

MASCARO, Lucia Raffo de. *Energia na edificação: estratégia para minimizar seu consumo*. São Paulo: Projeto, 1991.

MICHALSKI, Stefan. An overall framework for preventive conservation and remedial conservation. ICOM-CC 9TH TRIENNIAL CONFERENCE, Paris: ICOM-CC 1990, p. 589-591.

MICHALSKI, Stefan. Conservação e Preservação de acervo. In: *Como gerir um Museu. Manual Prático*. Paris: ICOM. 2004, p. 55-98. Disponível em <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001847/184713por.pdf>. Acesso em 29/5/2014.

MICHALSKI, Stefan. Guidelines for Humidity and Temperature for Canadian Archives. In: TECHNICAL BULLETIM N° 23. Ottawa: CCI. 2000. Disponível em <https://www.cciicc.gc.ca/resourcesressources/publications/downloads/technicalbulletins/eng/TB23-GuidelinesforHumidityandTemperatureforCanadianArc.pdf>. Acesso em 16/4/2015.

MICHALSKI, Stefan. The ideal climate, risk management, the ASHRAE chapter, proofed fluctuations, and towards a full risk analysis model. In: *Proceedings of Experts' Roundtable on Sustainable Climate Management Strategies*. Tenerife, 2007, ed. F. Boersma, Getty Conservation Institute, Los Angeles. Disponível em http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/paper_michalski.pdf . Acesso em 19/4/ 2015.

MIRANDA, Marcos Paulo de Souza. *Lei do Tombamento comentada. Doutrina, Jurisprudência e Normas complementares*. Belo Horizonte: Del Rey, 2014.

MORAES, Camila Azevedo. O patrimônio arqueológico nos museus universitários: fragilidades e potencialidades do cenário contemporâneo. IN: *O museu na cidade e a cidade no museu: textos completos*. Organização de Maria Lúcia Bessan Pinheiro. São Paulo: USP, 2009.

MAST, MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS; MUSEU VILLA-LOBOS. *Política de Segurança para Arquivos, Bibliotecas e Museus*. Rio de Janeiro: MAST, 2006. Disponível em: http://www.mast.br/pdf/politica_de_seguranca_para_arquivos_biblioteca_e_museus.pdf. Acesso em 2/8/2015.

MUSEUMS & GALLERIES COMMISSION. *Standards in the Museum Care of Archeological Collections*. London, 1992.

MOTTA, Lia. O SPHAN em Ouro Preto: uma história de conceitos e critérios. In: *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*, Brasília, n. 22, p. 108-122, 1987.

NEVES, Walter Alves, et al. História das Pesquisas em Lagoa Santa: Museus, Crânios e Antropologia Biológica no Brasil. In: 29ª REUNIÃO BRASILEIRA DE ANTROPOLOGIA, 2014. Brasília: Editora Kiron, 2014. Disponível em: <http://www.abant.org.br/conteudo/ANAIS/29RBA/index.html#>. Acesso em 10 de janeiro de 2016.

ONSET COMPUTER CORPORATION. *Manual of HOBO U12 Temp/RH Data Logger*. 2009. Disponível em http://www.onsetcomp.com/files/manual_pdfs/13127-A-MAN-U12011.pdf

OGDEN, Shereilyn. *Caderno Técnico: Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2001. Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 2001. 27 p. (Conservação Preventiva em Bibliotecas Arquivos; 14-17). Disponível em: <http://www.cpba.net>. Acesso em 10/5/2015.

PADFIELD, T.; LARSEN, P. K.; JENSEN, L. A.; RYHL-SVENDSEN, M. *The potential and limits for passive air conditioning of museums, stores and archives*. August 25, 2007, 14 p. Disponível em <http://www.conservationphysics.org/musmic/musmicbuf.pdf>. Acesso em 10/03/2016.

POSSAS, Helga Cristina. Classificar e ordenar: os gabinetes de curiosidades e a história natural. In: FIGUEIREDO, Bethânia de; VIDAL, Diana. *Museus do Gabinete de Curiosidades à Museologia Moderna*. Belo Horizonte: Argumentum, 2010.

POULOT, Dominique. *Museu e Museologia*. Tradução Guilherme João de Freitas Teixeira. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

PROUS, A. *Arqueologia brasileira*. Brasília, DF: Ed. Univ. Brasília, 1992.

QUERUZ, Francisco. *Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga*. 2007, 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, RS. Santa Maria, 2007.

RATHGEN, Fredrich. *The Preservation of Antiquities. A handbook for Curators*. Cambridge: University Press. 1905. Disponível em: <https://archive.org/stream/preservationofan00rathrich#page/n199/mode/2up>. Acesso em 20/6/2015.

REVISTA VIRTUAL DE LAGOA SANTA. Disponível em http://www.lagoasanta.com.br/gruta/receptivo_lapinha_pedra_fundamental05_09.htm. Acesso em 10 de dezembro de 2015.

RIBEIRO, Diego Lemos. *A musealização da arqueologia: um estudo dos museus do Xingó e sambaquis de Joinville*. Orientador: Maria Cristina de Oliveira Bruno. 2012. 376 f. Tese (Doutorado em Arqueologia) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia do Museu de Arqueologia e Etnologia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/71/71131/tde-21052013-110733/pt-br.php>. Acesso em 10/1/2016.

RIEGL, Alois. *O Culto moderno dos monumentos: sua essência e sua origem*. São Paulo: Perspectiva, 2014.

SANTOS, Silmara Silva dos. Patologia das Construções. In: *Revista Especialize On line. IPOG*. Goiânia. 7ª ed. v. 1. 2014. Disponível em: <http://ptdocz.com/doc/482831/fazer-download-do-arquivo>. Acesso: 21/1/2016.

SEBERA, Donald K. *Isopermas: uma ferramenta para o gerenciamento ambiental*. Trad. José Luiz Pedersoli Jr. 2. ed. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 2001. 27 p. (Conservação Preventiva em Bibliotecas Arquivos; 18). Disponível em: <http://www.cpba.net>. Acesso em 10/5/2015.

SOUZA, L. A. C. *Conservação Preventiva: Controle Ambiental*. Belo Horizonte: EBA/UFMG. 2008. Projeto: Conservação Preventiva: avaliação e diagnóstico de coleções. Programa de Cooperação Técnica: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional e Universidade Federal de Minas Gerais. Tópicos em Conservação Preventiva 5. Disponível em <http://www.lacicor.org/demu/pdf/caderno5.pdf>. Acesso em 10/2/2015.

SOUZA, L.A.C. et al. (org). *Roteiro de Avaliação e Diagnóstico em Conservação Preventiva*. Belo Horizonte: EBA/UFMG. 2008. Projeto: Conservação Preventiva: avaliação e diagnóstico de coleções. Programa de Cooperação Técnica: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional e Universidade Federal de Minas Gerais. Tópicos em Conservação Preventiva 1. Disponível em <http://www.lacicor.org/demu/pdf/caderno1.pdf>. Acesso em 10/02/2015.

SILVA, Rosângela Albano; GUIMARÃES, Carolina Pontes. Arquivo Público: Centro de Arqueologia Annete Laming Empaire, 2005. In: BENS INVENTARIADOS DE LAGOA SANTA, 2005. Disponível em

http://www.portaldopatrimoniocultural.com.br/site/bensinventariados/detalhe_fa.php?id=31.

Acesso: 23/01/2016.

TOLEDO, Franciza Lima. Controle ambiental e preservação nos trópicos úmidos. In: *Revista Acervo: revista do Arquivo Nacional*, Rio de Janeiro, v.23, n.2, p.71-76, jul./dez.2010.

TOLEDO, Franciza Lima. *The role Architecture in Preventive Conservation*. ICCROM, 2006. Disponível em: http://www.iccrom.org/ifrcdn/pdf/ICCROM_13_ArchitPrevenConserv_en.pdf. Acesso em 06/5/2015.

TOLEDO, Franciza. Museum Passive Buildings in Warm, Humid Climates. In: *Experts Roundtable on Sustainable Climate Managements Strategies*, Abril, 2007. Tenerife: Getty Conservation Institute, 2007. Disponível em http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/paper_toledo.pdf. Acesso em 03/6/2015.

TOLEDO, Francisa Lima. *Passive Environmental Control for Museums in hot -umid climates: guidelines for building design and fabric improvements*. 1999. 282 f. Tese (doutorado em Arqueologia). University of London, London, 1998.

THOMSON, Garry. *The museum environment*. London: Butterworths, 1986.

TOBIAS, Zane Cajueiro. Justiça proíbe demolição do Museu da Lapinha, em Lagoa Santa. In: *MPF Notícias*. Belo Horizonte: MPF, 2013. Disponível em : noticias.pgr.mpf.mp.br/noticias/noticias-do-site/copy_of_meio-ambiente-epatrimoniocultural/imprimir?&UID=152b74fcad772677f5252_d1266f78a9&keepm>This=true&TB_iframe=true&height=400&width=700. Acesso em 02/02/2014.

TORELLY, Luiz P. P. Notas sobre a evolução do conceito de patrimônio cultural. In: *Fórum Patrimônio*. Belo Horizonte, v. 5, n. 2, 2012. Disponível em: www.vitruvius.com.br. Acesso: 11/01/2016.

TÉTREAULT, Jean. Display materials: the good, the bad and the ugly. In: EXHIBITIONS AND CONSERVATION. Edinburg, 1994. Pre-prints of the Conference held at The Royal College of Physicans, Edinburg. Ed. J. Sage, 1994. ISBN 0950-8068-70, pp. 79-87. Disponível em: <http://iaq.dk/papers/good-bad-ugly.htm>. Acesso: 9/11/2015.

VALENTIM, Nieves. *Microbial contamination in museums and archieves - health hazards: preventive strategies using air ventilation sistem*. Experts in Rountable on Sustainable Climate Managment Strategies, 2007. Tenerife: Getty Conservation Institut, 2007. Disponível em: http://www.getty.edu/conservation/science/climate/paper_valentin.pdf. Acesso em 25/8/2015.

VALENTIM, Nieves; MAEKAWA, Shin. *Use of Controlled Ventilation and Heating for Preservation of Both Collections and Historic Buildings*. Tenerife: Getty Conservation Institut, 2003. Disponível em:

http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/moulds_2003.pdf. Acesso em 25.8.2015

VEIGA, Ana Cecília Rocha. *Gestão de Projetos de Museus e Exposições*. Belo Horizonte: C/Arte, 2013.






WALLER, R. Robert; CATO, Paisley S. *Agents of Deterioration. Dissociation*. Disponível em: <http://www.cci-icc.gc.ca/resourcesressources/agentsofdeterioration/chap0-eng.aspx>. Acesso em 20/2/2014.



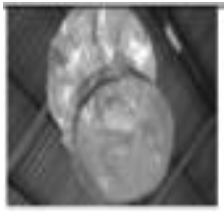
WEINTRAUB, Steven. Demystifying silica gel. In: *Object Specialty Group Postprints*. Washington, D.C.: American Institute for Conservation, v .9, 2002. Disponível em www.apsnyc.com/pdf/silica_gel_SW_2003.pdf. Acesso em 03/03/2015.

YIN, Robert K. *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXO 1

Montagem da barreira de proteção para os HOBOS.

Procedimento	Imagem	Descrição
1		Suporte para a barreira: garrafa PET cortada a 20 cm da base (retirando a parte do gargalo). A base será a parte superior da proteção ou barreira da radiação.
2		Abrir 5 aberturas (corte triangular) na base da PET aproveitando a estrutura da base. Deixar 1,5 cm de espaço entre as aberturas.
3		Os cortes são feitos com estilete ou ponta de faca aquecida, até cerca de 1,5 cm da extremidade superior, de modo que a parte cortada fique presa à PET, e possa ser movimentada formando uma aba de chapéu.
4		As abas cortadas formarão um suporte circular de cerca de 18 cm de diâmetro. A altura total da proteção será de 20 cm e o diâmetro da parte inferior 10 cm. As aberturas laterais são triangulares com 4,5 cm de altura e base.
5		O aparelho HOBO deve ser fixado internamente com um fio de nylon, deixando um laço para que o HOBO fique suspenso no interior da barreira.

6		<p>O HOBOS deve ficar suspenso entre as aberturas superiores (janelas) e a base inferior. Para isto, pode-se usar um fio metálico introduzido através de um furo na parte superior. Pode-se regular este fio retorcendo-o para adequar a altura.</p>
7		<p>Deve-se forrar o chapéu com papel alumínio, na parte externa. O corpo da proteção deve ser forrado também, internamente e externamente. Isto irá proteger os HOBOS das radiações existentes no ambiente. Utilizar cola de papel para aderir o papel alumínio na PET,</p>
8		<p>Vista inferior da proteção. O aparelho fica suspenso no interior, com espaço suficiente para a circulação de ar, que se movimentam pela abertura inferior e janelas superiores.</p>

Fonte: Adaptação de Barbosa e Lamberts (2008)

APÊNDICE 1

Resultados da simulação programa Arqutrop

Características locais – Museu da Lapinha

Clima

<i>Variáveis</i>	<i>Junho</i> Mês mais frio	<i>Agosto</i> Mês com maior amplitude térmica	<i>Outubro</i> Mês mais quente
T _x (°C)	26,0	30,5	35,0
T _n (°C)	14,0	14,5	20,0
Amplitude (°C)	12,0	16,0	15,0
UR (%)	71,0	60	54
Chuva (mm)	5	0	68

Obs.: os dados de precipitação pluviométrica, direção e velocidade do vento foram extraídos da Estação Automática de Belo Horizonte, no mesmo período, de 2015.

Protótipo do Edifício

Edificação de 1 pavimento, com pé-direito de 3,40m. Piso térreo em contato com o solo. Abertura de ventilação em mais de uma fachada, com área útil de 3,76m considerada aberta diariamente no período de 9:00 às 17:00. Edificação sem ocupação, com carga térmica de iluminação artificial de 120W ligada diariamente de 14:00 às 17:00. Cobertura com cor média clara (nata de cimento); espessura dos vidros das janelas de 4mm, janelas sem sombreamento.

Quadro de características das fachadas

	F1 (entrada)	F2 (lateral esquerda)	F3 (lateral direita)	F4 (fundos)
Orientação (graus)*	135	225	45	315
Comprimento (m)	5,42	11,12	11,12	5,42
Cor externa	clara ⁺	Clara	Clara	Clara
Área de vidros (m ²)	0,0	5,75	5,75	1,30

Notas: * Azimute da fachada; + considerada assim como se estivesse sombreada pela hera que cobre as fachadas.

Composição das envoltórias

<i>Componente</i>	<i>Camadas</i>	e (m)	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	c (kJ/kgK)
Fachadas	Pedra	0,02			
	argamassa de cimento e areia	0,01			
	tijolo furado: argila				
	câmara de ar				
	argila				
	câmara de ar				
	argila				
	câmara de ar				
	argila				
	câmara de ar				
	argila				
	argamassa de cimento e areia				

Transmitância térmica calculada pela NBR-15220: $U = 2,77 \text{ W/m}^2\text{K}$

Atraso térmico calculado pela NBR-15220: $\phi = 2,46\text{h}$

<i>Componente</i>	<i>Camadas</i>	e (m)	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	c (kJ/kgK)
Cobertura	argamassa de cimento e areia	0,01			
	manta impermeabilizante	0,001	[desprezível]		
	laje de concreto armado	0,10	1,75	2400	1,00

Componente	Camadas	e (m)	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	c (kJ/kgK)
Piso	Pedra				
	argamassa de cimento e areia				
	laje de concreto armado		1,75	2400	1,00

As componentes de fachada e cobertura foram montadas no programa de modo a resultar em transmitâncias e atrasos térmicos o mais próximo possível dos valores calculados pela NBR-15220. A seguir as figuras 1 a 3 mostram as montagens.



Fig. 1 – Parede montada no programa Arqitrop®. Imagem: foto da tela do programa.



Fig. 2 - Cobertura montada no programa Arquitrop®. Imagem: foto da tela do programa.



Fig. 3 - Piso montado no programa Arquitrop®. Imagem: foto da tela do programa.

Resultados

A simulação das condições de variação diária média de temperatura do ar interno, umidade relativa e das cargas térmicas através dos componentes das envoltórias são calculados para cada mês, com base no arquivo climático do local e dos componentes montados de paredes, cobertura e piso.

A temperatura externa média (T) calculada pelo programa que mais se aproximou das condições medidas no local foi dada por:

$$T = (T_a + T_m)/2 \quad \text{Eq. 1}$$

Onde: T_a é a temperatura absoluta do mês

T_m é a temperatura média do mês

Este foi o parâmetro considerado para o desdobramento das temperaturas horárias do dia médio do mês, de acordo com um modelo adotado pelo programa.

Para fins de generalização dos resultados, o programa foi rodado para o grupo dos meses quentes (setembro a dezembro) e para o grupo dos meses frios (junho a agosto). A seguir, as figuras 4 e 5 apresentam os gráficos das cargas térmicas desagregadas por componente do balanço térmico da edificação. Adicionalmente apresenta-se também, na figura 6, o mesmo tipo de gráfico para o mês de agosto, onde ocorreu a máxima amplitude térmica. A taxa de ventilação do ambiente calculada para os meses mais quentes foi de 3,8 renovações de volume por hora e para os meses mais frios foi de 3,6 renovações de volume por hora.

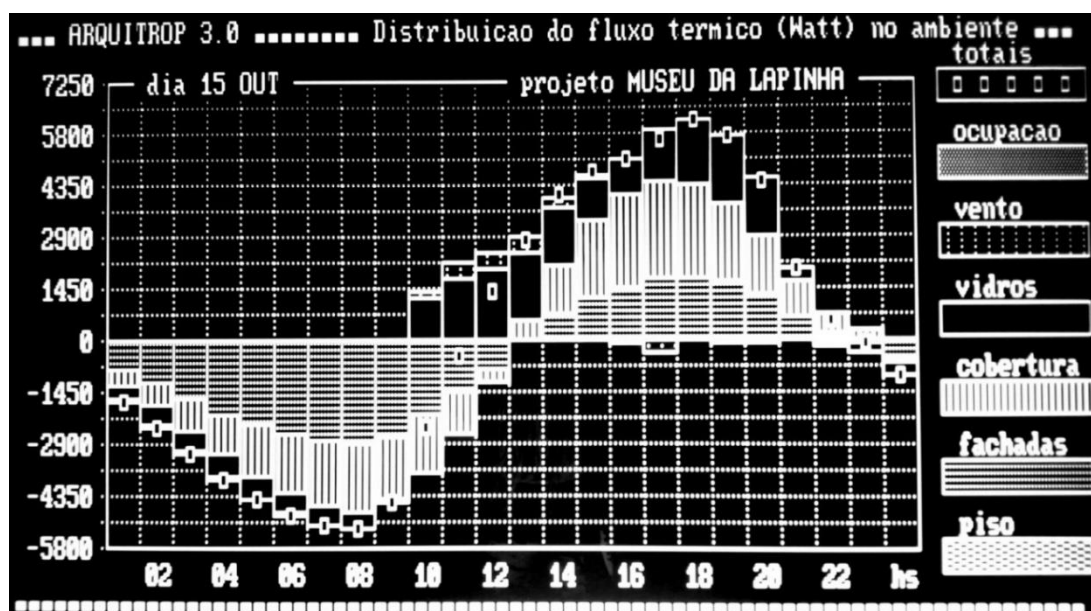


Fig. 4 – Gráfico de cargas térmicas desagregadas por componente do balanço térmico da edificação. Período representativo do verão. Imagem: foto da tela do programa.

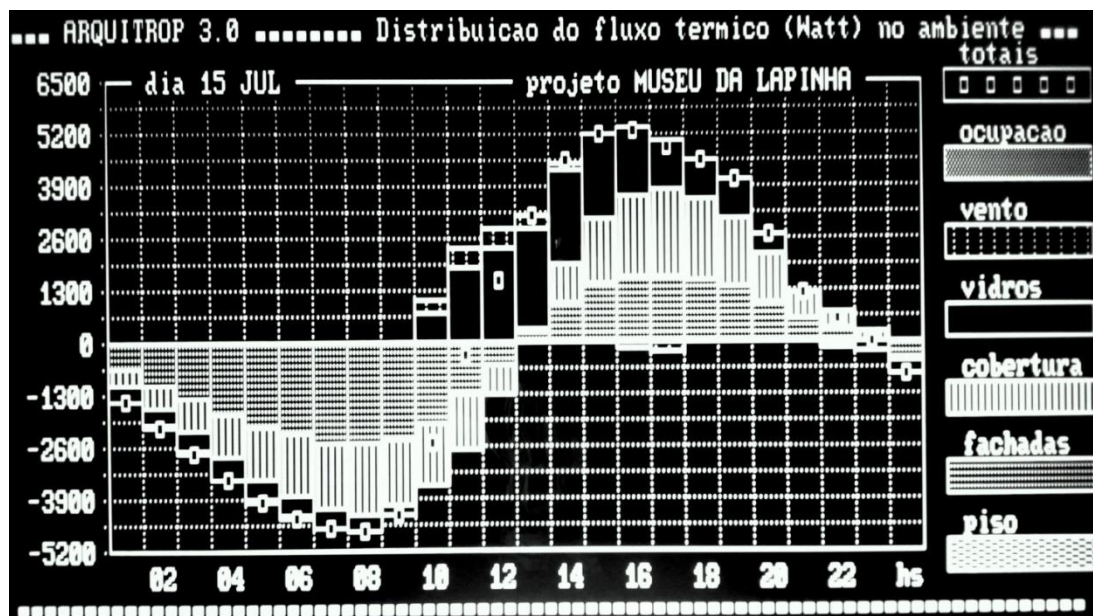


Fig. 5 – Gráfico de cargas térmicas desagregadas por componente do balanço térmico da edificação. Período representativo do inverno. Imagem: foto da tela do programa.

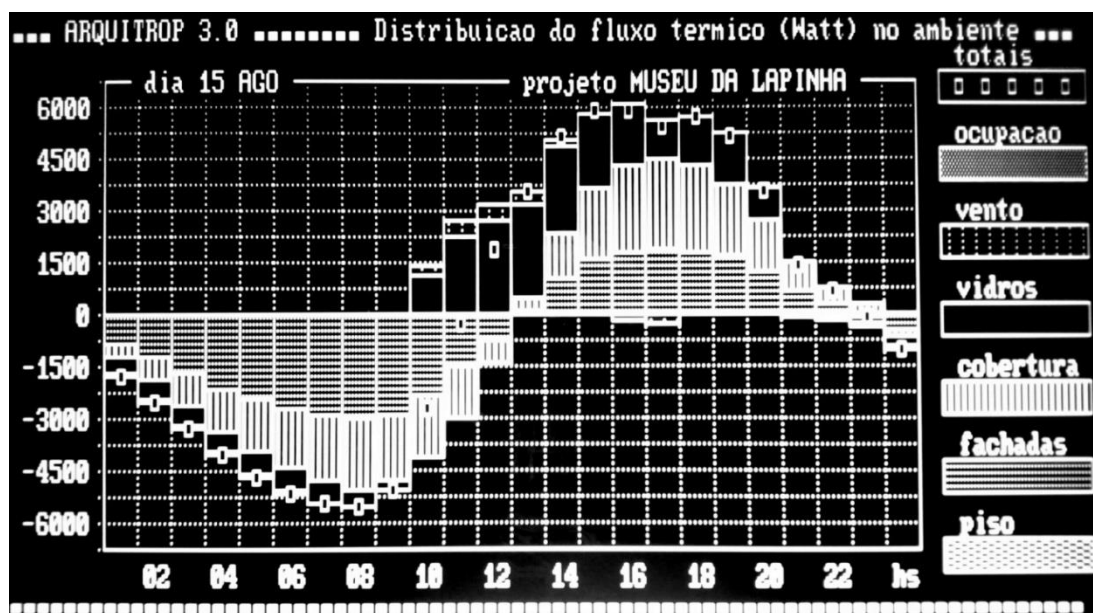


Fig. 6 – Gráfico de cargas térmicas desagregadas por componente do balanço térmico da edificação. Mês de maior amplitude térmica. Imagem: foto da tela do programa.

Observa-se que, embora haja uma variação na magnitude dos fluxos térmicos nos três gráficos, a distribuição destes fluxos pelos componentes do balanço térmico não varia. As paredes são responsáveis por grande parte da perda térmica durante a manhã; os envidraçados são responsáveis por parte importante dos ganhos de calor a partir das 10:00 e durante a tarde. A cobertura é a componente por onde ocorrem tanto ganhos quanto

perdas expressivas de calor, mostrando ser uma componente de baixa resistência térmica, o que pode afetar a variação interna de temperatura e umidade relativa. A ventilação do ambiente tem pouca influência sobre as cargas térmicas, pois as taxas de renovação do ar são baixas. O programa não indicou trocas térmicas pelo piso. As condições previstas de ocupação praticamente não impactaram o balanço térmico da edificação, já que não foram consideradas pessoas no ambiente.

Desse modo, uma intervenção que pode ajudar a diminuir a amplitude térmica interna da edificação é o aumento da resistência térmica da cobertura, através da implantação de um forro interno isolante com câmara de ar entre a laje e o forro. As melhores condições de desempenho térmico desta componente podem também ser pesquisadas através de simulação, evitando o processo de tentativa e erro, que pode ser oneroso e, ainda, não oferecer solução adequada ao problema.

Abaixo estão as tabelas geradas pelo programa.

ARQUITROP					projeto : MUSEU LAPINHA 3			dia : 15 JUL		
-hs	ext	int	amb	sup	opaco	vidro	vento	ocup.	total	
2	14.2	19.3	19.4	19.4	-1260	-444	-62	0	-1765	
4	12.8	18.2	18.3	18.3	-2373	-542	-66	0	-2981	
6	12.8	17.4	17.5	17.4	-3269	-537	-55	0	-3861	
7	13.6	17.2	17.2	17.2	-3572	-486	-44	0	-4101	
8	15.2	17.3	17.4	17.3	-3560	-378	-26	0	-3965	
9	17.5	17.5	17.5	17.5	-3554	-219	-7	0	-3780	
10	20.4	19.0	18.7	18.4	-3225	297	352	0	-2576	
11	23.1	20.7	20.2	19.8	-2221	697	609	0	-914	
12	24.9	22.1	21.5	21.1	-855	655	704	0	504	
13	25.9	23.3	22.7	22.3	560	688	648	0	1896	
14	26.2	24.4	24.0	23.7	1978	840	461	0	3279	
15	25.9	25.0	24.8	24.7	3081	934	226	0	4241	
16	25.4	25.2	25.2	25.1	3648	980	36	0	4664	
17	24.6	25.0	25.1	25.2	3756	964	-120	0	4600	
18	23.7	25.0	25.0	25.0	3444	1001	-16	0	4430	
20	21.5	23.3	23.3	23.3	2111	528	-22	0	2617	
22	19.2	21.6	21.6	21.6	850	-102	-29	0	719	
24	16.6	20.4	20.4	20.4	-283	-280	-45	0	-608	

Temperat. externa (abs+med)/2, interna, ambiental e media superf. interna

Fig. 7 - Quadro dia 15 julho/2015: Temperatura (ganhos e perdas)

ARQUITROP					projeto : MUSEU LAPINHA 3			dia : 15 AGO		
-hs	[TEMPERATURA]	[GANHOS E PERDAS (W)]
	ext	int	amb	sup	opaco	vidro	vento	ocup.	total	
2	14.7	20.8	20.9	20.8	-1523	-526	-78	0	-2127	
4	13.0	19.5	19.6	19.6	-2823	-640	-82	0	-3546	
6	13.1	18.6	18.6	18.6	-3869	-635	-70	0	-4574	
7	14.0	18.3	18.4	18.4	-4223	-575	-55	0	-4853	
8	15.8	18.5	18.5	18.5	-4243	-449	-34	0	-4726	
9	18.5	18.6	18.7	18.6	-4235	-264	-28	0	-4526	
10	21.9	20.6	20.2	20.0	-3769	590	353	0	-2826	
11	25.1	22.7	22.2	21.7	-2469	1069	642	0	-758	
12	27.1	24.3	23.7	23.2	-873	1017	758	0	902	
13	28.3	25.5	24.9	24.4	773	752	740	0	2265	
14	28.7	26.7	26.3	25.9	2325	931	530	0	3787	
15	28.4	27.5	27.3	27.1	3613	1045	245	0	4904	
16	27.7	27.7	27.7	27.6	4275	1105	14	0	5394	
17	26.8	27.4	27.6	27.7	4402	1096	-177	0	5320	
18	25.7	27.7	27.7	27.7	4038	1388	-24	0	5402	
20	23.3	25.8	25.8	25.8	2493	898	-32	0	3359	
22	20.5	23.4	23.5	23.4	908	-127	-37	0	744	
24	17.5	22.0	22.1	22.1	-382	-335	-58	0	-774	

Temperat. externa (abs+med)/2, interna, ambiental e media superf. interna

Fig. 8 - Quadro dia 15 agosto/2015: Temperatura (ganhos e perdas)

ARQUITROP					projeto : MUSEU LAPINHA 3			dia : 15 SET		
-hs	[TEMPERATURA]	[GANHOS E PERDAS (W)]
	ext	int	amb	sup	opaco	vidro	vento	ocup.	total	
2	23.2	29.0	29.0	29.0	-1490	-495	-66	0	-2051	
4	21.6	27.8	27.8	27.8	-2717	-604	-70	0	-3391	
6	21.7	26.9	26.9	26.9	-3704	-598	-59	0	-4362	
7	22.5	26.7	26.7	26.7	-4038	-542	-47	0	-4627	
8	24.2	26.8	26.8	26.8	-4046	-423	-29	0	-4498	
9	26.8	26.9	27.0	27.0	-4038	-248	-32	0	-4318	
10	30.0	28.9	28.7	28.6	-3499	848	243	0	-2408	
11	33.0	31.0	30.5	30.2	-2209	1274	490	0	-445	
12	34.9	32.4	31.9	31.5	-771	1235	600	0	1064	
13	36.0	33.5	33.0	32.6	737	943	597	0	2277	
14	36.4	34.4	34.0	33.7	2165	780	469	0	3414	
15	36.1	35.1	34.9	34.7	3264	880	239	0	4383	
16	35.5	35.3	35.3	35.2	3885	932	37	0	4854	
17	34.6	35.3	35.4	35.5	4017	1169	-168	0	5018	
18	33.6	35.6	35.6	35.6	3759	1484	-23	0	5220	
20	31.3	34.0	34.1	34.0	2381	1133	-32	0	3483	
22	28.7	31.5	31.5	31.5	815	-119	-32	0	664	
24	25.8	30.1	30.2	30.2	-413	-315	-49	0	-777	

Temperat. externa (abs+med)/2, interna, ambiental e media superf. interna

Fig. 9 - Quadro dia 15 setembro/2015: Temperatura (ganhos e perdas)

ARQUITROP					projeto : MUSEU LAPINHA 3			dia : 15 OUT		
-hs	ext	TEMPERATURA			opaco	GANHOS E PERDAS (W)			total	
		int	amb	sup		vidro	vento	ocup.		
2	24.2	30.1	30.2	30.2	-1645	-501	-76	0	-2222	
4	22.6	28.9	29.0	29.0	-2864	-609	-80	0	-3553	
6	22.7	28.1	28.1	28.1	-3845	-604	-68	0	-4516	
7	23.5	27.8	27.9	27.9	-4176	-547	-55	0	-4778	
8	25.3	28.0	28.0	28.0	-4183	-429	-35	0	-4647	
9	27.8	28.3	28.4	28.5	-4135	82	-131	0	-4184	
10	30.9	30.5	30.4	30.3	-3405	1241	120	0	-2044	
11	34.0	32.5	32.2	32.0	-2096	1655	382	0	-59	
12	35.9	34.0	33.6	33.3	-672	1605	503	0	1436	
13	37.0	35.1	34.7	34.4	827	1305	501	0	2634	
14	37.3	35.8	35.5	35.2	2258	871	406	0	3536	
15	37.0	36.3	36.1	36.0	3269	819	197	0	4286	
16	36.4	36.6	36.6	36.6	3826	996	-29	0	4792	
17	35.5	36.6	36.9	37.0	3964	1447	-286	0	5126	
18	34.6	37.2	37.2	37.2	3742	1778	-33	0	5488	
20	32.2	35.7	35.7	35.7	2348	1505	-43	0	3810	
22	29.7	32.7	32.7	32.7	730	-127	-38	0	564	
24	26.8	31.3	31.4	31.4	-575	-322	-57	0	-954	

Temperat. externa (abs+med)/2, interna, ambiental e media superf. interna

Fig. 10 - Quadro dia 15 outubro/2015: Temperatura (ganhos e perdas)

ARQUITROP					projeto : MUSEU LAPINHA 3			dia : 15 NOU		
-hs	ext	TEMPERATURA			opaco	GANHOS E PERDAS (W)			total	
		int	amb	sup		vidro	vento	ocup.		
2	25.6	29.9	30.0	30.0	-1332	-366	-47	0	-1744	
4	24.4	29.1	29.1	29.1	-2217	-444	-50	0	-2711	
6	24.5	28.4	28.5	28.4	-2930	-440	-42	0	-3412	
7	25.1	28.3	28.3	28.3	-3171	-399	-34	0	-3604	
8	26.3	28.4	28.4	28.4	-3121	-313	-22	0	-3457	
9	28.2	28.8	29.0	29.0	-3036	359	-151	0	-2829	
10	30.4	30.4	30.4	30.4	-2403	1130	6	0	-1266	
11	32.6	31.8	31.7	31.5	-1486	1418	183	0	114	
12	34.0	32.9	32.6	32.5	-469	1384	262	0	1177	
13	34.8	33.7	33.4	33.3	613	1176	261	0	2050	
14	35.1	34.2	34.0	33.9	1656	871	198	0	2725	
15	34.9	34.4	34.3	34.2	2394	548	103	0	3046	
16	34.4	34.7	34.8	34.8	2701	893	-60	0	3534	
17	33.8	34.8	35.0	35.1	2843	1211	-230	0	3824	
18	33.1	35.3	35.3	35.3	2685	1446	-23	0	4108	
20	31.4	34.2	34.2	34.2	1687	1287	-30	0	2944	
22	29.5	31.9	31.9	31.9	498	-94	-25	0	379	
24	27.5	30.8	30.8	30.8	-554	-235	-36	0	-825	

Temperat. externa (abs+med)/2, interna, ambiental e media superf. interna

Fig. 11 - Quadro dia 15 novembro/2015: Temperatura (ganhos e perdas)

ARQUITROP					projeto : MUSEU LAPINHA 3			dia : 15 DEZ		
-hs	TEMPERATURA				GANHOS E PERDAS (W)					
	ext	int	amb	sup	opaco	vidro	vento	ocup.	total	
2	23.7	27.7	27.7	27.7	-1333	-328	-45	0	-1707	
4	22.7	26.9	26.9	26.9	-2105	-396	-48	0	-2549	
6	22.7	26.3	26.4	26.4	-2726	-393	-41	0	-3160	
7	23.3	26.2	26.2	26.2	-2936	-357	-34	0	-3327	
8	24.4	26.4	26.4	26.3	-2868	-283	-23	0	-3173	
9	26.0	26.9	27.0	27.1	-2749	537	-212	0	-2424	
10	27.9	28.3	28.4	28.4	-2088	1264	-93	0	-917	
11	29.9	29.6	29.6	29.5	-1226	1529	55	0	359	
12	31.1	30.6	30.4	30.3	-293	1484	124	0	1314	
13	31.8	31.3	31.1	31.0	681	1269	123	0	2073	
14	32.0	31.7	31.6	31.6	1604	963	69	0	2637	
15	31.8	31.9	31.9	31.9	2245	686	-17	0	2913	
16	31.4	32.1	32.2	32.3	2494	955	-158	0	3291	
17	30.9	32.2	32.4	32.6	2576	1280	-314	0	3542	
18	30.2	32.8	32.8	32.8	2414	1522	-29	0	3907	
20	28.8	31.8	31.8	31.8	1458	1392	-34	0	2816	
22	27.2	29.4	29.4	29.4	319	-91	-26	0	202	
24	25.4	28.4	28.4	28.4	-656	-215	-35	0	-905	

Temperat. externa (abs+med)/2, interna, ambiental e media superf. interna

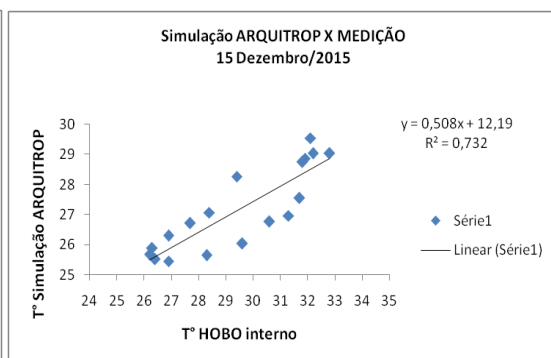
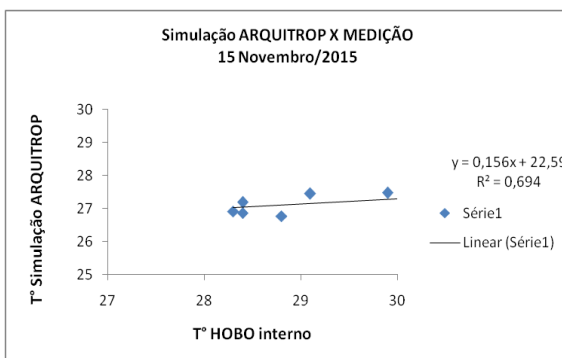
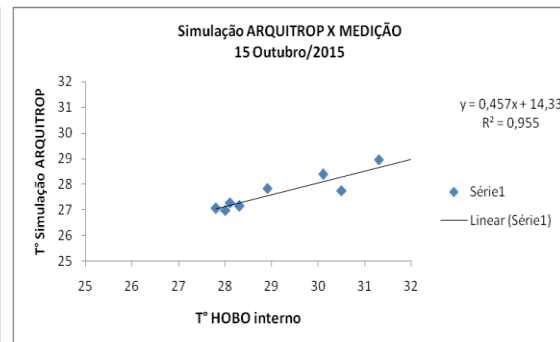
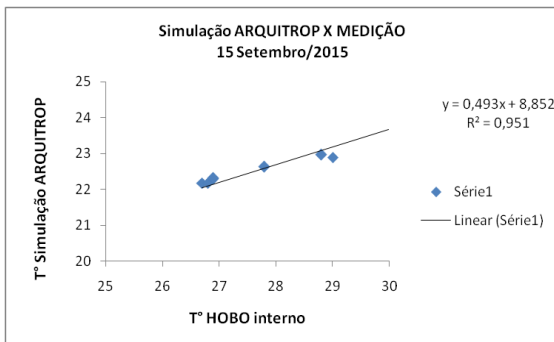
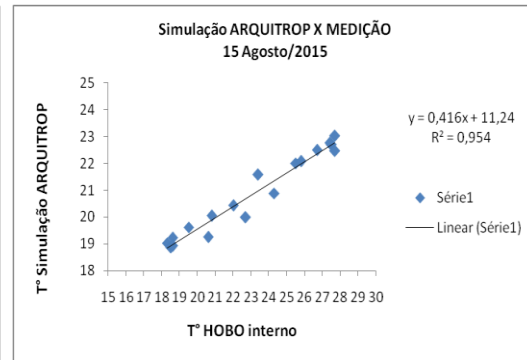
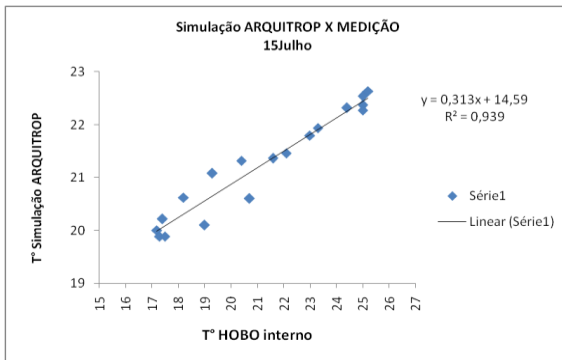
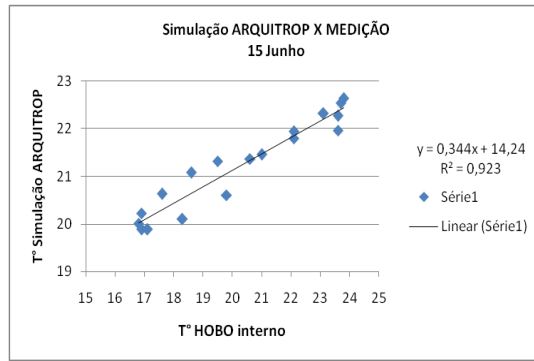
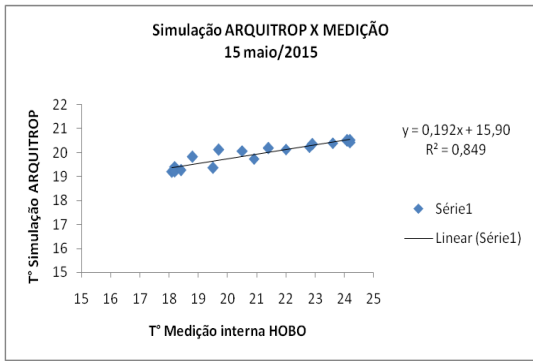
Fig. 12 - Quadro dia 15 dezembro/2015: Temperatura (ganhos e perdas)

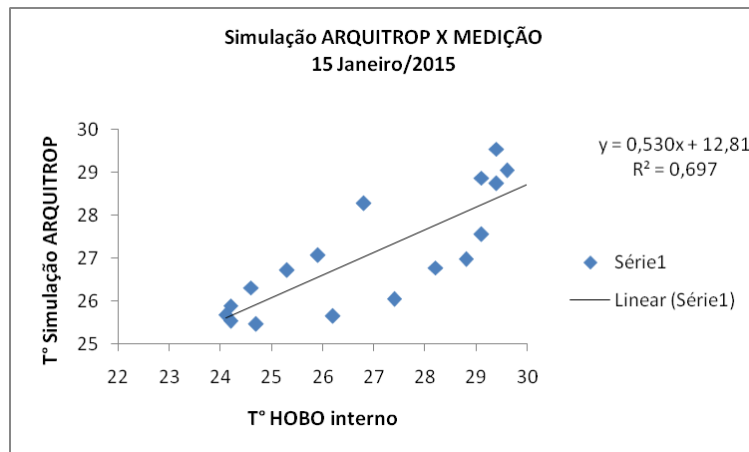
ARQUITROP					projeto : MUSEU LAPINHA 3			dia : 15 JAN		
-hs	TEMPERATURA				GANHOS E PERDAS (W)					
	ext	int	amb	sup	opaco	vidro	vento	ocup.	total	
2	21.7	25.3	25.3	25.3	-1391	-293	-36	0	-1720	
4	20.9	24.6	24.7	24.6	-2025	-349	-38	0	-2412	
6	20.9	24.2	24.2	24.2	-2534	-347	-33	0	-2914	
7	21.3	24.1	24.1	24.1	-2707	-317	-28	0	-3052	
8	22.2	24.2	24.2	24.2	-2615	-256	-20	0	-2891	
9	23.5	24.7	24.9	25.0	-2490	616	-245	0	-2120	
10	25.2	26.2	26.3	26.4	-1772	1457	-214	0	-529	
11	26.7	27.4	27.5	27.6	-853	1729	-139	0	737	
12	27.7	28.2	28.3	28.3	60	1641	-101	0	1601	
13	28.3	28.8	28.8	28.9	950	1362	-100	0	2212	
14	28.5	29.1	29.2	29.2	1751	984	-128	0	2606	
15	28.3	29.1	29.3	29.3	2268	595	-170	0	2693	
16	28.0	29.4	29.7	29.8	2402	1006	-292	0	3116	
17	27.6	29.6	29.9	30.1	2448	1416	-426	0	3438	
18	27.1	30.4	30.4	30.4	2246	1726	-34	0	3939	
20	25.8	29.4	29.4	29.4	1211	1601	-35	0	2777	
22	24.5	26.8	26.8	26.8	44	-99	-23	0	-78	
24	23.0	25.9	25.9	25.9	-835	-200	-29	0	-1063	

Temperat. externa (abs+med)/2, interna, ambiental e media superf. interna

Fig. 13 - Quadro dia 15 janeiro/2016: Temperatura (ganhos e perdas)

Comparou-se os resultados apresentados pelo programa Arqutrop (T interna) com as medições realizadas no interior do museu, nos gráfico de dispersão abaixo, para verificar a correlação.





As melhores correlações acontecem nos meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro (R^2 mais próximo de 1).