

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA**

**CONSERVAÇÃO PREVENTIVA: ANÁLISE DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS EM  
ESPAÇOS MUSEOLÓGICOS POR MEIO DE UM MÉTODO DE PREVISÃO**

**SILMARA KÜSTER DE PAULA CARVALHO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia, área de concentração: Tecnologia e Desenvolvimento. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Leite Krüger

**CURITIBA**

**2005**

**SILMARA KÜSTER DE PAULA CARVALHO**

**CONSERVAÇÃO PREVENTIVA: ANÁLISE DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS EM  
ESPAÇOS MUSEOLÓGICOS POR MEIO DE UM MÉTODO DE PREVISÃO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia, área de concentração: Tecnologia e Desenvolvimento. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Leite Krüger

**CURITIBA**

2005

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da UTFPR – Campus Curitiba

C331c Carvalho, Silmara Küster de Paula

Conservação preventiva : análise de condições ambientais em espaços museológicos  
Por meio de um método de previsão / Silmara Küster de Paula Carvalho. Curitiba.  
UTFPR, 2005

XIII, 157 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Leite Krüger

Dissertação (Mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia. Curitiba, 2005

Bibliografia: f. 150-156

1. Meio ambiente. 2. Arquitetura – Aspectos ambientais. 3. Monitoramento ambiental. 4. Museus – Climatologia. 5. Equações Preditivas. 6. Patrimônio cultural – Conservação e preservação. I. Krüger, Eduardo Leite, orient II. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia. III. Título

CDD: 720.286

Dedico este trabalho a todos aqueles que de alguma forma despertaram em meu ser, no percurso desta existência, a responsabilidade em se preservar a memória cultural, em especial ao Museólogo, Professor e Mestre Maury Rodrigues da Cruz.

## AGRADECIMENTOS

A meus pais, Sr João Batista e Paula e Sra. Neci Küster de Paula, que sempre acreditaram em meus sonhos.

Ao Paulo, meu esposo, aos meus filhos Lucas e Júlio Afonso, pela compreensão e carinho.

À Coordenação do Programa de Pós Graduação em Tecnologia do CEFET.

Ao meu orientador Professor Doutor Eduardo Krüger, por possibilitar e acreditar na importância desta pesquisa.

Aos Professores Doutores Márcia Kersten da Universidade Federal do Paraná, Saulo Güths da Universidade Federal de Santa Catarina, Laíze Márcia Porto Alegre e Ângela Brandão do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná pelas contribuições e críticas construtivas.

Aos Conservadores da Capela Cônego José Ernser, Arquivo Público Mineiro e Museu Imperial pelo fornecimento de dados de monitoramento.

Aos professores e colegas do programa de Pós-Graduação em Tecnologia, em especial ao Professor Doutor Gilson Queluz Coordenador do Curso, aos mestrandos Mauro, Lucimeire, Juraci, Luciano e Paulo pela amizade e questionamentos a respeito desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de pesquisa.

Ao amigo e Mestre Paulo Brero de Campos pela apresentação ao programa de mestrado do PPGTE.

Ao Mestre Leandro Fernandes pelos questionamentos e orientações pertinentes à pesquisa.

Aos amigos Engenheiro Ralph Muller, Dra. Maria Francisca Carneiro, Mestre Oswaldo Branco e Mestre Calixto pelas orientações e questionamentos relacionado à pesquisa.

Aos amigos do Museu Nacional do Espiritismo - SBEE que participaram das mais diversas indagações sobre as questões da preservação desde o início do meu voluntariado.

À minha irmã Gisele, seu esposo João Wilson e meu afilhado João Marco pelo carinho e acolhida nas semanas distantes de casa.

Às amigas Conservadoras e Restauradoras, Clara Landin Fritoli, Maria Angela do Amaral Faria, Vera Halfon, Rúbia Stein, Oriete Cavagnari, Denise Zanini e Rosangela Meger por estes anos de trabalho, pesquisa e amizade.

### ***Agradecimento***

*Agradeço-Te, ó Deus porque, sou parte de Tua vontade, vivo, penso e existo em Ti. Agradeço-Te pela inteligência, sabedoria e eternidade que reside em meu espírito, permitindo viver em Tua vida, sentir a Tua verdade, ser a felicidade.*

*Agradeço-Te pelas infinitas oportunidades que tens colocado em meu caminho, estreitando a comunhão entre os meus semelhantes, experienciando o meu eu interior com o meu eu superior.*

*Agradeço-Te pelo tempo que me destes para a evolução, pois para entender a tua presença o homem tem que viver e sofrer a sua própria convicção.*

*Agradeço-Te a prosperidade, a saúde, a doença, a paz, o amor, a alegria, a fé, a justiça... a vida eterna.*

*Agradeço-Te pela plenitude do ser. **Leocádio José Correia***

*(Mensagem psicografada por Maury Rodrigues da Cruz, 1981 – SBEE)*

“No dia em que uma obra de arte é terminada, começa de certo modo a sua outra vida. Pois o tempo, esse grande escultor, se encarregará de modificar o que o artista acabou.”

Marguerite Yourcenar

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1 A IMPORTÂNCIA DA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL .....	19
2.2 PRESERVAÇÃO NO BRASIL .....	26
2.3 A IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO PREVENTIVA .....	31
2.4 AGENTES DE DETERIORAÇÃO.....	40
2.4.1 Umidade e Temperatura .....	40
2.4.2 Mudanças Dimensionais .....	43
2.4.3 Reações Químicas .....	46
2.4.4 Biodeterioração .....	49
2.5 VALORES DE REFERÊNCIA DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA PARA PRESERVAÇÃO DE ACERVOS .....	58
2.6 NOVAS FERRAMENTAS PARA PRESERVAÇÃO.....	62
2.6.1 Isopermas .....	62
2.6.2 Índice de Preservação e Índice de Efeito Tempo para a Preservação.....	67
2.6.3 Melhoria das Condições Ambientais em Museus por Insuflamento de Ar .....	70
<b>CAPÍTULO 3 MATERIAIS E MÉTODO .....</b>	<b>75</b>
3.1 SISTEMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL – CLIMUS .....	75
3.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS POR MEIO DE EQUAÇÕES PREDITIVAS .....	80
3.2.1 Aplicação do Método de Predição em Moradias Ocupadas.....	82

3.2.2	Aplicação do Método de Predição a um Protótipo Habitacional Construído com Material Alternativo .....	84
3.3	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DAS EQUAÇÕES PREDITIVAS EM ESPAÇOS MUSEOLÓGICOS .....	85
3.3.1	Avaliação da Estratégia de Ventilação Forçada.....	89
3.4	ESPAÇOS MUSEOLÓGICOS CONSIDERADOS NA PESQUISA .....	90
3.4.1	Capela Cônego José Ernser – Rio Negro – PR .....	90
3.4.2	Arquivo Público Mineiro – Belo Horizonte – MG .....	97
<b>CAPÍTULO 4 DESENVOLVIMENTO DE EQUAÇÕES PREDITIVAS PARA OS ESPAÇOS.....</b>		<b>103</b>
4.1	DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS LOCAIS.....	103
4.1.1	Características Climáticas da Cidade de Rio Negro PR.....	105
4.1.2	Características Climáticas da Cidade de Belo Horizonte MG.....	106
4.2	CAPELA CÔNEGO JOSÉ ERNSER – RIO NEGRO –PR.....	107
4.2.1	Monitoramento do Ambiente .....	107
4.2.2	Desenvolvimento das Equações Preditivas.....	108
4.2.3	Tratamento dos Dados de Temperatura.....	110
4.2.4	Tratamento dos Dados de Umidade do Ar.....	111
4.2.5	Variáveis a Explicar e Variáveis Explicativas .....	113
4.2.6	Equações Preditivas Geradas para a Temperatura e Umidade do Ar .....	118
4.3	ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO – BELO HORIZONTE - MG.....	119
4.3.1	Monitoramento do Ambiente .....	119
4.3.2	Desenvolvimento de Equações Preditivas .....	122
4.3.3	Tratamento dos Dados de Temperatura.....	122
4.3.4	Tratamento dos Dados de Umidade do Ar.....	124
4.3.5	Variáveis a Explicar e Variáveis Explicativas .....	125
4.3.6	Equações Preditivas Geradas para a Temperatura e Umidade Absoluta do Ar. .....	126
<b>CAPÍTULO 5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>		<b>128</b>
5.1	CRITÉRIOS ADOTADOS PARA AVALIAÇÃO DO USO DO INSUFLAMENTO DE AR.....	129
5.2	ANÁLISE DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS .....	130

5.2.1	Análise das Condições Ambientais para a Capela Cônego José Ernser Rio Negro – PR.....	130
5.2.2	Análise das Condições Ambientais para a Sala 202 – Reserva Técnica do Arquivo Público Mineiro .....	134
5.3	ANÁLISE DA VIABILIDADE, OU NÃO, DO USO DE VENTILAÇÃO FORÇADA A PARTIR DAS EQUAÇÕES PREDITIVAS.....	137
<b>CAPÍTULO 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>		<b>138</b>
6.1	IMPLICAÇÕES E LIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	146
6.2	SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS .....	146
<b>GLOSSÁRIO.....</b>		<b>148</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>150</b>
<b>ANEXO.....</b>		<b>157</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - EXEMPLO DE DEGRADAÇÃO DO PAPEL .....	42
FIGURA 2 - EXEMPLO DE PERIÓDICO. ANO 1930 .....	47
FIGURA 3 - EXEMPLO DE DEGRADAÇÃO QUÍMICA EM MANUSCRITO .....	48
FIGURA 4 - EXEMPLO DE INFESTAÇÃO BIOLÓGICA EM PAPEL .....	50
FIGURA 5 - EXEMPLO DE INFESTAÇÃO BIOLÓGICA EM SUPORTE DE PAPEL .....	51
FIGURA 6 - EXEMPLO DE DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA EM MADEIRA .....	56
FIGURA 7 - SISTEMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL CLIMUS .....	75
FIGURA 8 - SENSORES DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA .....	76
FIGURA 9 - TELA DO PROGRAMA CLIMUS-AQUIS .....	77
FIGURA 10 - PLANTA BAIXA DO PROTÓTIPO .....	84
FIGURA 11 - VISTA AÉREA DO SEMINÁRIO SERÁFICO .....	90
FIGURA 12 - FACHADA .....	91
FIGURA 13 - RESTAURAÇÃO DA CAPELA .....	92
FIGURA 14 - ESTUQUE .....	93
FIGURA 15 - DETALHE DA ESTRUTURA .....	93
FIGURA 16 - VISTA DO INTERIOR DA CAPELA .....	94
FIGURA 17 - DETALHE DA PINTURA MURAL .....	94
FIGURA 18 - CORTE TRANSVERSAL .....	96
FIGURA 19 - SEDE DO ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO – MG .....	97
FIGURA 20 - ENTORNO .....	98
FIGURA 21 - EDIFICAÇÃO ANEXA AO PRÉDIO HISTÓRICO .....	99
FIGURA 22 - PLANTA DE SITUAÇÃO .....	100
FIGURA 23 - SALA 202, ÁREA DE GUARDA DO ACERVO .....	101
FIGURA 24 - ESQUEMA DA PLANTA BAIXA, 2º ANDAR - EDIFICAÇÃO ANEXA .....	101
FIGURA 25 - ZONEAMENTO CLIMÁTICO BRASILEIRO .....	103
FIGURA 26 - DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO ORIGINAL E SUAS ESTRATÉGIAS DE CONDICIONAMENTO TÉRMICO PASSIVO .....	104
FIGURA 27 - ZONA BIOCLIMÁTICA 2 .....	105
FIGURA 28 - ZONA BIOCLIMÁTICA 3 .....	106
FIGURA 29 - PLANTA BAIXA TÉRREO COM A LOCALIZAÇÃO DO CLIMUS .....	107
FIGURA 30 - PLANTA BAIXA MEZANINO COM A LOCALIZAÇÃO DOS SENSORES DE MONITORAMENTO .....	108
FIGURA 31 - EXEMPLO DE DADOS NA PLANILHA .....	110
FIGURA 32 - SENSORES DE TEMPERATURA E UMIDADE .....	119
FIGURA 33 - PLANTA BAIXA DA RESERVA TÉCNICA .....	121
FIGURA 34 - PLANTA DE SITUAÇÃO .....	143
FIGURA 35 - FACHADA DO ESTÚDIO IMPERIAL .....	143
FIGURA 36 - ENTORNO .....	144
FIGURA 37 - PLANTA BAIXA .....	145

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - CARTA PSICROMÉTRICA SIMPLIFICADA .....	41
GRÁFICO 2 - EXEMPLO DE UMA ISOTERMA DE ADSORÇÃO.....	44
GRÁFICO 3 - EXEMPLO DE HISTERESE.....	45
GRÁFICO 4 - CONSTRUÇÃO DE UMA ISOPERMA.....	63
GRÁFICO 5 - EXEMPLO DE ISOPERMA.....	64
GRÁFICO 6 - DIAGRAMA DE ISOPERMAS .....	65
GRÁFICO 7 - DIAGRAMA DE ISOPERMAS .....	66
GRÁFICO 8 - TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA INTERNA E EXTERNA EM DIAS DE VERÃO ENSOLARADO.....	71
GRÁFICO 9 - UMIDADE ABSOLUTA INTERNA E EXTERNA EM DIAS DE VERÃO ENSOLARADO.....	72
GRÁFICO 10 - PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA MÍNIMA INTERNA E MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMAS EXTERNAS.....	113
GRÁFICO 11 - PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA MÉDIA INTERNA E MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMAS EXTERNAS .....	114
GRÁFICO 12 - PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA MÁXIMA INTERNA E MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMAS EXTERNAS.....	115
GRÁFICO 13 - PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE A UMIDADE ABSOLUTA MÍNIMA INTERNA E MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMAS EXTERNAS.....	116
GRÁFICO 14 - PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE A UMIDADE ABSOLUTA MÉDIA INTERNA E MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMAS EXTERNAS.....	116
GRÁFICO 15 - PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE A UMIDADE ABSOLUTA MÁXIMA INTERNA E MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMAS EXTERNAS.....	117
GRÁFICO 16 - MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE ABSOLUTA EXTERNA E INTERNA .....	130
GRÁFICO 17 - NÚMERO DE VISITANTES E AS MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE ABSOLUTA EXTERNA E INTERNA .....	131
GRÁFICO 18 - ANÁLISE DO LIMITE MÁXIMO DE UMIDADE RELATIVA INTERNA .....	132
GRÁFICO 19 - ANÁLISE DO LIMITE MÍNIMO DE UMIDADE RELATIVA INTERNA .....	133
GRÁFICO 20 - MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE ABSOLUTA EXTERNAS E INTERNAS.....	134
GRÁFICO 21 - ANÁLISE PARA O LIMITE MÁXIMO DE UMIDADE RELATIVA PARA INSUFLAMENTO.....	135
GRÁFICO 22 - ANÁLISE PARA O LIMITE MÍNIMO DE UMIDADE RELATIVA PARA INSUFLAMENTO.....	136

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RELAÇÃO ENTRE A QUANTIDADE DE VAPOR D'ÁGUA COM A TEMPERATURA (°C).....	40
TABELA 2 - ESTABILIDADE QUÍMICA DE MATÉRIAS DE ARQUIVO.....	46
TABELA 3 - FUNGOS ISOLADOS DO ACERVO DA BIBLIOTECA PÚBLICA DO PARANÁ.....	53
TABELA 4 - INSETOS QUE ATACAM ACERVOS.....	55
TABELA 5 - UMIDADE RELATIVA RECOMENDÁVEL.....	59
TABELA 6 - DETERIORAÇÃO EM FUNÇÃO DA UMIDADE RELATIVA.....	61
TABELA 7 - DEFINIÇÃO DE VALORES DE IP, SUBCONJUNTO SELECIONADO DA TABELA DE DEFINIÇÃO COMPLETA.....	68
TABELA 8 - INSTITUIÇÕES MONITORADAS PELO CLIMUS.....	79
TABELA 9 - NOMENCLATURAS.....	81
TABELA 10 - NOMENCLATURAS.....	86
TABELA 11 - NOMENCLATURAS.....	87
TABELA 12 - NOMENCLATURAS.....	88
TABELA 13 - NOMENCLATURAS.....	88
TABELA 14 - DIAS ANALISADOS.....	109
TABELA 15 - INFORMAÇÕES UTILIZADAS PARA A TEMPERATURA INTERNA.....	110
TABELA 16 - INFORMAÇÕES UTILIZADAS PARA A TEMPERATURA EXTERNA.....	110
TABELA 17 - INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DAS MÉDIAS MENS AIS.....	111
TABELA 18 - INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DA DIFERENÇA.....	111
TABELA 19 - INFORMAÇÕES PARA A UMIDADE DO AR.....	111
TABELA 20 - INFORMAÇÕES PARA A UMIDADE DO AR.....	112
TABELA 21 - INFORMAÇÕES PARA CÁLCULO DAS MÉDIAS MENS AIS.....	112
TABELA 22 - INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DA DIFERENÇA.....	112
TABELA 23 - VARIÁVEIS DE TEMPERATURA.....	117
TABELA 24 - VARIÁVEIS DE UMIDADE ABSOLUTA.....	117
TABELA 25 - EQUAÇÕES PARA A TEMPERATURA.....	118
TABELA 26 - EQUAÇÕES PARA A UMIDADE ABSOLUTA.....	118
TABELA 27 - DIAS ANALISADOS.....	120
TABELA 28 - INFORMAÇÕES PARA A TEMPERATURA INTERNA.....	122
TABELA 29 - INFORMAÇÕES PARA A TEMPERATURA EXTERNA.....	122
TABELA 30- INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DAS MÉDIAS MENS AIS.....	122
TABELA 31 - INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DA DIFERENÇA.....	123
TABELA 32 - INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DA MÉDIA DO DIA ANTERIOR.....	123
TABELA 33 - INFORMAÇÕES UTILIZADAS PARA A UMIDADE DO AR.....	124
TABELA 34 - INFORMAÇÕES UTILIZADAS PARA A UMIDADE DO AR.....	124
TABELA 35 - CÁLCULO DAS MÉDIAS MENS AIS.....	124
TABELA 36 - INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DAS DIFERENÇAS.....	125
TABELA 37 - INFORMAÇÕES UTILIZADAS PARA O CÁLCULO DA MÉDIA DO DIA ANTERIOR.....	125
TABELA 38 - VARIÁVEIS DE TEMPERATURA.....	126
TABELA 39 - VARIÁVEIS DE UMIDADE ABSOLUTA.....	126
TABELA 40 - EQUAÇÕES PARA A TEMPERATURA.....	127
TABELA 41 - EQUAÇÕES PARA A UMIDADE ABSOLUTA.....	127

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

<b>ABRACOR</b>	Associação Brasileira de Conservadores e Restauradores de Bens Culturais
<b>AIC</b>	American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works
<b>ASHRAE</b>	American Society Of Heating, Refrigeration And Air Conditioning Engineers
<b>CECOR</b>	Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis
<b>CLIMUS</b>	Sistema de Gerenciamento Ambiental para Conservação de Coleções
<b>CPBA</b>	Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos
<b>EMC</b>	Equilibrium Moisture Content
<b>EPS</b>	Isopor
<b>FINEP</b>	Financiadora de Estudos e Projetos
<b>GCI</b>	Getty Conservation Institute
<b>HVAC</b>	Heating, Ventilating, Air Conditioning Systems
<b>HOBO</b>	Data Loggers
<b>ICC</b>	Canadian Conservation Institute
<b>ICOM-CC</b>	Conselho Internacional de Museus - Comitê de Conservação
<b>ICOM</b>	Conselho Internacional de Museus
<b>ICOMOS</b>	International Council on Monuments and Sites
<b>ICCROM</b>	International Center for the Study of Cultural Property
<b>IETP</b>	Índice de Efeito Tempo para a Preservação
<b>IP</b>	Índice de Preservação
<b>IPHAN</b>	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
<b>IPI</b>	Image Permanence Institute
<b>LMPT</b>	Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termofísicas de Materiais
<b>NIC</b>	National Institute for Conservation
<b>OEA</b>	Organização dos Estados Americanos
<b>TBS</b>	Temperatura do ar ambiente
<b>TRY</b>	Ano Climático de Referência
<b>UCLA</b>	University of California, Los Angeles
<b>UFMG</b>	Universidade Federal de Minas Gerais
<b>UFSC</b>	Universidade Federal de Santa Catarina
<b>UNESCO</b>	Organização das Nações Unidas para a Ciência e a Cultura
<b>VITAE</b>	Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social

## RESUMO

A presente pesquisa tem por objetivo revisar as questões relacionadas com a preservação do patrimônio cultural e a conservação preventiva, além de aplicar uma metodologia de predição em espaços museológicos para análise das condições ambientais. O processo de desenvolvimento dessa metodologia de predição ocorre a partir da análise do padrão de relacionamento entre a variável dependente de interesse, neste caso a temperatura e umidade internas e as variáveis independentes que podem alterá-la, como por exemplo, a temperatura e umidade externas e a média das diferenças entre externa e interna. Assim, foram geradas equações preditivas, considerando como variáveis dependentes a temperatura interna máxima, média e mínima e a umidade absoluta interna máxima, média e mínima. Esta pesquisa foi conduzida, primeiramente, com os dados de temperatura e umidade relativa do espaço museológico da Capela Cônego José Ernser, localizada na cidade de Rio Negro-PR e posteriormente foi empregada no Arquivo Público Mineiro, localizado na cidade de Belo Horizonte-MG. Nestes espaços foram realizadas análises do ambiente a partir do monitoramento da temperatura e umidade relativa. Para a coleta de dados, foi utilizado o Sistema de Gerenciamento Ambiental para Conservação de Coleções (CLIMUS), desenvolvido no Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termofísicas de Materiais (LMPT/UFSC). De acordo com os dados horários de temperatura e umidade interna e externa, monitorados durante os anos de 2002, na Capela e de 2003, no Arquivo Público Mineiro, foram geradas as equações preditivas. Através dessas equações, foi possível estimar o uso da estratégia de ventilação forçada, para reduzir ou aumentar os níveis de vapor d'água em ambientes internos para os limites mínimos e máximos indicados na conservação preventiva, além de avaliar a viabilidade do uso da estratégia de ventilação forçada do ar externo para o interior dos espaços pesquisados, como alternativa de preservação.

**Palavras-Chave:** Equações preditivas, espaços museológicos, monitoramento ambiental, controle ambiental, ventilação forçada.

**Área de Conhecimento:** Ciências Sociais Aplicadas; Arquitetura e Urbanismo; Multidisciplinar; Conforto Ambiental.

## ABSTRACT

The purpose of the present research is to revise questions related to preservation and preventive conservation of cultural patrimony, as well as to apply a predictive methodology to museum spaces, in order to analyse environmental conditions. The development of the predictive methodology begins with the analysis of the pattern regarding the relation between the dependent variables of interest, in this case indoor temperature and humidity, and the independent variables that may affect them, as, for example, outdoor temperature and relative humidity and the average of the differences between indoor and outdoor. This is how predictive equations are developed, considering maximum, average and minimum indoor temperatures as dependent variables as well as the maximum, average and minimum indoor absolute humidity. This research was first carried out with the temperature and relative humidity data of the museological space of the Cônego José Ernser Chapel located in Rio Negro – PR and was later used in the State of Minas's Public Archives located in the city of Belo Horizonte. Environmental analyses were carried out in these spaces, beginning by monitoring temperature and relative humidity. The Environmental Managing System for the Conservation of Collections (CLIMUS), developed at the Laboratory for Porous Bodies and Thermophysical Properties of Materials (LMPT/UFSC), was employed to collect these data. Based on the hourly indoor and outdoor temperature and humidity data collected, predictive equations were developed. By means of these it was possible to estimate the use of the strategy of forced ventilation to raise or lower the water vapor levels of the indoor environments to the minimum and maximum levels recommended for preventive conservation. It was also possible to evaluate the possibility of using forced ventilation strategies, in order to promote outdoor air into the indoor spaces under analysis, as an alternative of preservation.

**Key words:** Predictive equations, museum spaces, environmental monitoring, environmental control, forced ventilation

**Area of Knowledge:** Applied Social Sciences; Architecture and Urbanization; Multidisciplinary; Environmental Comfort.

## **CAPÍTULO 1      INTRODUÇÃO**

Para se alcançarem os objetivos da preservação da memória cultural é fundamental haver um conjunto de ações por parte dos envolvidos com os bens culturais, interagindo, assim, toda a estrutura organizacional, que atua direta ou indiretamente com o acervo.

Vários são os fatores de degradação dos bens culturais, os quais poderão ser extrínsecos ou intrínsecos a esses bens.

A degradação extrínseca poderá ser desencadeada pela ação do homem através da destruição provocada por guerras, roubos, vandalismos e manuseio inadequado; ou por fatores naturais, tais como enchentes, vendavais e tornados dentre outros. No ambiente em que os bens culturais estão expostos, ou em condições de guarda, a degradação extrínseca poderá ocorrer pelas condições inadequadas de temperatura, umidade e luz, assim como pela poluição. Já os fatores intrínsecos estão relacionados com o tipo de constituição dos objetos e sua interação, e resposta, em relação ao meio ambiente em que estão inseridos.

Em função da abrangência que existe nos processos de degradação apresentados, esta pesquisa leva-nos a refletir somente sobre as causas extrínsecas de degradação, revisando questões teóricas relacionadas ao estudo do meio ambiente das coleções, tais como temperatura e umidade relativa nos espaços internos e suas conseqüências à conservação do acervo, quando exposto as condições impróprias. Cabe ressaltar que os demais fatores deverão, também, ser considerados em sua totalidade pelos responsáveis nos museus, uma vez que a ação da conservação preventiva nos espaços museológicos é extremamente complexa, pelo fato de ocorrer uma interdependência dos vários fatores que podem desencadear os processos de degradação.

Os ambientes estudados nesta pesquisa condicionam bens móveis, sendo estes os acervos museológicos, os documentais e os arquivísticos.

A conservação preventiva tem sido um dos grandes desafios não só para as instituições brasileiras, como para instituições museológicas do mundo inteiro.

O Comitê de Conservação (ICOM-CC), do Conselho Internacional de Museus (ICOM), promove trienalmente reuniões com os seus respectivos grupos de trabalho para discutirem as dificuldades encontradas nas mais variadas instituições, além de apresentar alternativas, por parte dos pesquisadores, que possam de alguma forma minimizar os mais variados problemas de degradação encontrados. Assim como as reuniões promovidas

anualmente pelo *American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works*, reunindo pesquisadores da Ciência da Conservação para, da mesma forma, congregarem conhecimentos. Além destes já citados, existem tantos outros de igual importância comprometidos com a preservação da memória cultural.

Gradativamente, pesquisas na área da conservação preventiva estão sendo realizadas, tendo em vista encontrar alternativas de baixo custo, que possam minimizar os efeitos danosos em razão de ambientes inadequados. Em países de clima predominantemente quente e úmido, como é o caso do Brasil, os desafios de preservação são ainda maiores e a ação da conservação preventiva é premente. As altas temperaturas e umidades registradas nos ambientes internos, assim como a dificuldade econômica encontrada pela grande maioria das instituições, dificulta o uso de estratégias que venham melhorar as condições ambientais, a manutenção da edificação, a segurança e também as condições de guarda dos acervos. No entanto, essas instituições têm feito o melhor possível para reduzir os efeitos danosos do ambiente impróprio e atenderem às exigências de preservação.

A partir disto, o problema de pesquisa para esta dissertação foi norteado em função das seguintes indagações:

- Até que ponto um sistema de insuflamento de ar poderá ser uma alternativa viável para minimizar os problemas adversos do ambiente em espaços museológicos?
- Em que condições climáticas este sistema poderia ser empregado e com que frequência o sistema de insuflamento de ar poderia ser acionado?

O objetivo geral desta pesquisa é analisar as condições ambientais em espaços museológicos e apontar as possíveis alternativas para diminuir os problemas decorrentes do ambiente inadequado.

Os objetivos específicos são:

- Elaborar e aplicar uma metodologia de análise de condições ambientais por meio de equações preditivas.
- Desenvolver equações preditivas para espaços museológicos localizados em condições climáticas diferentes.
- Estimar os resultados em termos de condições ambientais, nos diferentes espaços a partir do uso da estratégia de ventilação forçada, para reduzir ou aumentar os

níveis de vapor d'água em ambientes internos para os limites mínimos e máximos indicados na conservação preventiva.

Para tal foram analisadas as condições ambientais internas de dois bens imóveis localizados em condições climáticas diferentes. Os espaços estudados foram:

- Capela Cônego José Ernser – localizada nas dependências do Seminário Seráfico São Luiz de Tolosa em Rio Negro - PR; monitorada desde o ano de 2001, quando se iniciou a restauração da edificação da Capela e da pintura mural através do Curso Técnico em Conservação e Restauração em Pintura Mural pela Escola Técnica da Universidade Federal do Paraná (UFPR).
- Arquivo Público Mineiro – Sala 202 - Reserva Técnica localizada em edificação anexa ao Arquivo Público Mineiro na cidade de Belo Horizonte - MG, especificamente na sala de documentos não encadernados; monitorada desde o ano de 2001 com o apoio da Fundação VITAE - Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social.

Destes espaços, foram coletados dados horários de temperatura e umidade relativa interna e externa, registrados pelo Sistema de Gerenciamento Ambiental para Conservação de Coleções (CLIMUS). Este sistema foi desenvolvido no Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termofísicas de Materiais do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

O que motivou a realização da presente dissertação foram algumas indagações discutidas e avaliadas na pesquisa “Sistema de monitoramento e insuflamento de ar, visando à preservação de acervos”, realizada no ano de 2001 no Museu Universitário Prof. Oswaldo Rodrigues Cabral da UFSC com o apoio do Ministério da Cultura. Esta pesquisa foi realizada pela autora desta dissertação em conjunto com Maria Cláudia Lorenzetti Corrêa, Arquiteta e mestranda da Engenharia Civil naquele ano e com o Prof. Dr. Saulo Güths, orientador da pesquisa.

Conforme GÜTHS *et al.*(2002), os altos custos para a realização de um controle climático eficaz e sendo os fenômenos biológicos os mais comprometedores nos acervos, uma alternativa menos onerosa possível a ser utilizada seria a implementação de um método passivo de ventilação natural ou insuflamento do ar. Além disso, seria uma alternativa para economia de energia. Entretanto, Güths *et al.*(2002) asseveram, também, que o insuflamento do ar para o interior do museu deverá ser criterioso, pois, dependendo da resposta da edificação a determinadas situações climáticas, poderá haver degradação das condições

internas e, até mesmo, risco de condensação nas paredes e objetos. Cabe lembrar, ainda, que os sistemas de renovação de ar deverão ser utilizados somente com filtros adequados, evitando assim o comprometimento do acervo quando localizado em locais com altos índices de poluição.

No que diz respeito à ventilação, Costa, E. (1982, p. 176 e 190) assim a define:

A ventilação natural quando provocada pela ação dos ventos pode ser intensificada por meio de aberturas dispostas convenientemente. Assim, as portas e mesmo janelas, colocadas em paredes opostas e na direção dos ventos dominantes, representam um papel importante na ventilação de certos ambientes. [...] Quando a renovação do ar é proporcionada por diferenças de pressão criadas mecanicamente, a ventilação toma o nome de ventilação artificial, forçada ou mecânica. A ventilação artificial é adotada sempre que os meios naturais não proporcionam o índice de renovação de ar necessário.

Corrêa (2003) estabeleceu vários critérios para operar o sistema de insuflamento de ar no Museu Universitário Prof. Oswaldo Rodrigues Cabral, da UFSC, utilizando o índice de preservação, além da umidade relativa, umidade absoluta e temperaturas internas e externas. Ressalta-se aqui que este sistema foi dotado de filtros (GO e G3) para particulados (CARVALHO, 2001).

Em continuidade a esta pesquisa realizada no Museu Universitário da UFSC, surgiu a possibilidade de se avaliar, através de outra metodologia, a eficácia do uso do insuflamento do ar externo para o interior de espaços museológicos dentro dos parâmetros apresentados pela conservação preventiva para minimizar os problemas adversos do ambiente. Desta forma, aplicou-se a metodologia de análise de condições ambientais por meio de equações preditivas desenvolvida por Givoni (1998). A princípio este método é empregado para avaliar o desempenho térmico de edificações.

Nesta pesquisa, sob a orientação do Prof. Dr. Eduardo Krüger, foi desenvolvida uma metodologia de predição para avaliação das condições ambientais em espaços museológicos. O uso destas equações preditivas poderá ser de grande valia, uma vez que através das análises é possível verificar a viabilidade do acionamento de sistemas de insuflamento de ar em museus, além de estimar os períodos do ano mais adequados à consecução do mesmo.

A dissertação está organizada de forma a abranger questões de preservação do patrimônio cultural e as alternativas possíveis de conservação.

No Capítulo 2 - Apresentam-se conceitos de preservação e de patrimônio cultural, enfatizando sua importância para a humanidade, assim como a conservação preventiva e sua finalidade no espaço museológico; descreve-se a trajetória da conservação preventiva no

Brasil; abordam-se os fatores que desencadeiam a degradação em acervos, decorrentes de umidade e temperatura inadequadas no ambiente, tais como as reações químicas, a biodeterioração e as mudanças dimensionais; argumenta-se sobre a importância em se conhecer o comportamento climático das salas através do monitoramento contínuo das condições de temperatura e umidade relativa do ambiente em estudo e descreve-se as novas ferramentas para a preservação de acervos.

No Capítulo 3 - É apresentado o Sistema de Gerenciamento Ambiental para Conservação de Coleções (CLIMUS) para monitoramento do ambiente e as instituições que o utilizam para a medição das condições ambientais; descreve-se a metodologia utilizada para a análise de condições ambientais, por meio de equações preditivas, e a sua possível aplicação em espaços museológicos; apresentam-se os espaços museológicos considerados na pesquisa, sendo estes a Capela Cônego José Ernser, localizada na cidade de Rio Negro - PR e a reserva técnica do Arquivo Público Mineiro, localizado na cidade de Belo Horizonte - MG.

No Capítulo 4 - Discorre-se sobre o desenvolvimento das equações preditivas para cada espaço considerado nesta pesquisa; apresentam-se as características climáticas locais; o monitoramento do ambiente e a localização dos sensores de temperatura e umidade relativa; descreve-se o desenvolvimento das equações preditivas propriamente ditas para cada espaço estudado.

No Capítulo 5 – Apresentam-se as análises das condições ambientais dos espaços estudados e os critérios adotados para a avaliação do uso do insuflamento de ar. Verifica-se, através destas análises, a viabilidade do uso da estratégia de ventilação forçada para melhorar as condições ambientais dos ambientes estudados.

No Capítulo 6 – São apresentadas as considerações finais da pesquisa, sugestões para pesquisas futuras e limitações encontradas no decorrer da mesma.

## CAPÍTULO 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo trata de algumas reflexões e conceitos acerca da preservação do patrimônio cultural e da conservação preventiva nos espaços museológicos. Na seqüência, são apresentados os agentes causadores da deterioração em acervos, sendo eles: a temperatura e a umidade relativa quando em condições inadequadas para a conservação. São discutidos também os valores de referência de temperatura e umidade relativa para a conservação de acervos. Além disso, o capítulo discorre sobre as novas ferramentas para a preservação, tais como: o método das Isopermas desenvolvida por Sebera (1997), o Índice de Preservação e Índice de Efeito Tempo para a Preservação, conceito introduzido em 1995 pelo *Image Permanence Institute* (IPI), que expressa a qualidade de conservação de ambientes de armazenamento para materiais orgânicos e a melhoria das condições ambientais em museus por insuflamento de ar.

### 2.1 A IMPORTÂNCIA DA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL

A História da Humanidade baseia-se na construção de um passado comum, vinculado e interligado ao presente, pois, na dinâmica da vida, o homem soma experiências, supera dificuldades e projeta para o futuro inúmeras possibilidades de descoberta.

Desde os tempos mais remotos a necessidade do homem em dialogar, transmitir, registrar e preservar os conhecimentos alcançados constituiu sempre uma busca pela sua perpetuação, sua continuidade existencial.

A preservação do patrimônio histórico, artístico, cultural e natural tem sido um dos grandes e permanentes desafios da sociedade no tempo e espaço vivido pelo homem.

Por que preservar? Poderíamos acrescentar a esta indagação: o quê e para que preservar? Ou, quem sabe, para quem? Mas, afinal, o que é o Patrimônio Cultural? A resposta estará no alcance possível do homem em compreender a dimensão do seu fazer ao longo da história humana.

O termo “patrimônio cultural” engloba todas as linhas de trabalho preocupadas com a ação preservacionista, dentre as quais: a de patrimônio paisagístico, arqueológico, ambiental-urbano, edificado e os mais diversos artefatos criados pelo homem (MAGNANI, 1986). Encontra-se dividido em três grupos: Patrimônio Natural, Patrimônio Material e Patrimônio Imaterial.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Ciência e a Cultura (UNESCO) o patrimônio cultural:

[...] é composto por monumentos, grupos de edifícios ou sítios que tenham valor histórico, estético, arqueológico, científico, etnológico ou antropológico. Patrimônio natural significa as formações físicas, biológicas e geológicas excepcionais, *habitats* de espécies animais e vegetais ameaçadas e áreas que tenham valor científico, de conservação ou estético. [http://www.unesco.org.br/areas/cultura/patmundial/index\\_html/mostra\\_documento](http://www.unesco.org.br/areas/cultura/patmundial/index_html/mostra_documento). Acesso 10 de jan 2006.

A criação do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) obedece a um princípio normativo, contemplado atualmente pelo artigo 216 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

O IPHAN considera que o patrimônio cultural material é composto por um conjunto de bens culturais classificados segundo sua natureza, sendo divididos em bens imóveis e móveis. Como bens imóveis incluem-se os núcleos urbanos-arquitetônicos, sítios arqueológicos e paisagísticos, bens individuais. Já dos bens móveis fazem parte as coleções arqueológicas, acervos museológicos, documentais, arquivísticos, bibliográficos, videográficos, fotográficos, cinematográficos. O patrimônio imaterial, segundo o IPHAN, é aquele transmitido e recriado de geração a geração pelas comunidades e grupos. A Declaração do México, na Conferência Mundial sobre as Políticas Culturais, *International Council on Monuments and Sites* (ICOMOS), realizada no México em 1982 pela UNESCO, afirma que todas as culturas constituem o patrimônio comum da humanidade e, que a preservação deste patrimônio diz respeito a todos. Esta mesma conferência define o patrimônio cultural de um povo nas obras de “seus artistas, arquitetos, músicos, escritores e sábios, assim como nas criações anônimas surgidas da alma popular e o conjunto de valores que dão sentido à vida” (DECLARAÇÃO DO MÉXICO, 1982).

A Carta de Veneza de 1964 refere-se ao patrimônio cultural como “portadoras de mensagem espiritual do passado, as obras monumentais de cada povo perduram no presente como o testemunho vivo de suas tradições seculares” (CARTA DE VENEZA, 1964). Portanto, o patrimônio cultural pode ser considerado como toda herança histórica, artística, científica e técnica dos diversos povos, culturas e civilizações. Este fazer abrange toda a trajetória percorrida pelo homem, desde o momento em que se percebe no mundo até às grandes invenções e inovações conquistadas até o presente.

A palavra Preservação, do latim *praeservare*, abrange todas as ações que têm como objetivo a salvaguarda do patrimônio cultural, englobando assim políticas de ação para aquisição, organização e distribuição de recursos a fim de impedir a deterioração dos bens culturais. Para Cassares (2000), no âmbito dos bens móveis, a salvaguarda inclui medidas e estratégias de ação que contribuem direta ou indiretamente para a preservação da integridade dos materiais. Uma adequada política de preservação permite o resgate histórico de determinado período e local, além de possibilitar um estudo dos bens culturais e das técnicas e materiais empregados (CAVAGNARI *et al.*, 2004).

A conservação está vinculada às causas de degradação, que podem ser intrínsecas, ou seja, partir do próprio objeto cultural, pela sua característica física e química em interação com o meio ambiente, ou extrínsecas, independentemente do objeto em si, caracterizadas pela degradação em função das catástrofes naturais, como por exemplo, enchentes, incêndios e, a pior de todas: a degradação pela ação do próprio homem, pelo manuseio inadequado, pelas pichações, roubos, destruição pela guerra etc.

É necessário ressaltar que toda produção cultural possui categorias de informações, valores e funções — uma trajetória de vida, que deverão ser respeitadas. Quando esta produção adentra um espaço apropriado para a sua revitalização, revela-se como uma outra fonte de pesquisa, contemplação e apreciação estética.

Os espaços museológicos, entendidos aqui como instituição permanente que, pesquisa, contextualiza, expõe e conserva os testemunhos da história da humanidade, têm sua devida significação enquanto local de preservação desta memória cultural, independentemente do tipo de acervo, local e contexto sócio cultural a que está submetido. Neste contexto, os museus, através da sua dinâmica, apresentam-se com funções diversificadas, que levam o objeto cultural ao encontro, novamente, do homem.

Segundo Lord (1998), os museus recebem da sociedade o encargo de preservar o patrimônio comum, natural e cultural, passado e presente.

Cruz (1993) afirma que “Museu não é prédio, mas mentalidade”, que produz a partir do pensamento museológico que o sustenta, transformação do “homem sujeito, ator e portador da cultura” em busca de sua identidade cultural.

O museu, enquanto agência cultural, tem sua devida importância nos variados segmentos sociais, uma vez que tem a capacidade de dinamizar núcleos menores dos sistemas sociais, ressaltando assim suas características, contradições e outros elementos da cultura. Sua função é social, uma vez que trabalha em conjunto com a comunidade.

O Ministério da Cultura relata que as inquietações ocorridas nos anos 60 no Brasil contribuíram para ampliar o conceito de patrimônio e a relação do museu com a sociedade.

[...] a ampliação do conceito de patrimônio está relacionada à criação de novas categorias de museus, como ecomuseu, museu comunitário, museu de vizinhança, etc., que não estão fechados nas paredes de um edifício, mas realizam as ações museológicas em um território, com uma população. Essas novas categorias de museus, abertas a uma população e a um território, irão contribuir, também, para que as ações museológicas possam ser processadas fora do espaço restrito do museu, abrindo, assim, amplas possibilidades para a realização de novos processos de musealização. Do ponto de vista metodológico, foi um vetor a incentivar a busca de soluções criativas (Minc, 2003).

Conforme Cruz (1993, p.5) “o homem é um ser de localidade por excelência e o seu existir está sustentado pela cultura”, expressando no seu fazer e no seu pensar o contexto em que está inserido. É importante neste momento resgatar o resultado do *background* da cultura e mentalidade humanas<sup>1</sup>, sendo fundamental a revitalização do patrimônio cultural material e imaterial, assegurando assim a sobrevivência da diversidade de culturas.

Jacques Perot, Presidente do Conselho Internacional de Museus (ICOM), instituição ligada à UNESCO, afirma que os museus devem se conscientizar da importância de suas missões, devendo sensibilizar a comunidade do seu significado para as sociedades, hoje mundializadas. O conceito de museu segundo os estatutos do ICOM ampliou-se da década de 40 até o ano de 2001, e esta ampliação implica mudança de mentalidade.

Conforme os estatutos do ICOM:

Museu é uma instituição permanente, sem fins lucrativos, a serviço da sociedade e do seu desenvolvimento, aberto ao público e que realiza investigações que dizem respeito aos testemunhos materiais do homem e do seu meio ambiente, adquire, conserva, transmite e expõe, especialmente, com intenções de estudo, de educação do público e de deleite. [...] são considerados museus: (i) os sítios e os monumentos naturais, arqueológicos e etnográficos e os sítios e monumentos históricos que possuam a natureza de um museu pelas suas atividades de aquisição, de conservação e de transmissão dos testemunhos materiais dos povos e do seu meio ambiente; (ii) as instituições que conservam coleções e que apresentam espécimes vivos de vegetais e de animais, tais como os jardins botânicos e zoológicos, aquários, viveiros; (iii) os centros científicos e os planetários; (iv) os institutos de conservação e galerias de exposição que dependem das bibliotecas e dos centros de arquivo; (v) os parques naturais (vi) as organizações nacionais, regionais ou locais de museus, as administrações públicas de tutela dos museus tal como foram acima definidas; (vii) as instituições ou organizações sem fins lucrativos que exercem atividades de investigação, educativas, de formação, de documentação e outras relacionadas com os museus ou a museologia; (viii) qualquer outra instituição que o Conselho executivo, segundo opinião da Comissão consultiva, considere como detentoras de algumas ou da totalidade das características de um museu, ou que possibilite aos museus e aos

---

<sup>1</sup>Elementos ou fatos que constituem a base da cultura e da mentalidade humana.(CRUZ,2004, p.139)

profissionais de museu os meios de fazerem investigações nos domínios da museologia, da educação ou da formação. (Estatutos do ICOM. 1995:2-3).

O significado de museu vai além do espaço estruturado finito da instituição. Fenômeno social dinâmico, os museus apresentam-se sob formas diversas no tempo e no espaço de acordo com os diferentes momentos sócio-culturais da humanidade, desta forma, os museus, “sendo agências sociais e culturais refletem a cultura do povo” (CRUZ, 1993, p.39). A sua “linguagem silenciosa”, expressa no seu acervo, possibilita a reflexão e a integração do “homem sujeito” ao contexto cultural exposto (CRUZ, *op. cit.*).

Giraudy (1990) destaca a importância da articulação que deve existir entre os objetos expostos e as salas percorridas pelo público como se ocorresse o folhear das páginas de um livro, o livro da criação humana. Por conseguinte, os museus são instituições de grande envergadura para assegurar a conservação do patrimônio natural, material e imaterial garantindo a preservação da identidade de povos e locais.

Em 1972 através da Conferência Geral da UNESCO, em sua 17ª reunião em Paris, foi criada e aprovada a Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural, objetivando incentivar a preservação de bens culturais e naturais considerados significativos para a humanidade. Esta Convenção surgiu da associação de dois movimentos separados, ou seja, o que enfatizava os perigos que corriam os sítios culturais, e o que se ocupava da conservação da natureza.

Segundo a UNESCO:

O evento que suscitou especial preocupação internacional foi a decisão de construir a grande represa da Assuan no Egito, com a qual se inundaria o vale em que se encontravam os templos de Abu Simbel, um tesouro da antiga civilização egípcia. Em 1959, a UNESCO decidiu lançar uma campanha internacional a partir de uma solicitação dos governos de Egito e Sudão. [...] os templos de Abu Simbel e Filae foram então completamente desmontados, transportados a um terreno a salvo da inundação e lá montados novamente. O sucesso dessa campanha conduziu a outras campanhas de salvamento, tais como a de Veneza, na Itália, a de Moenjodaro, no Paquistão e a de Borobodur, na Indonésia. A idéia de combinar a conservação dos sítios culturais com a dos sítios naturais foi dos Estados Unidos. Uma conferência na Casa Branca, em Washington, pediu em 1965 que se criasse uma "Fundação do Patrimônio Mundial" que estimulasse a cooperação internacional para proteger as "maravilhosas áreas naturais e paisagísticas do mundo e os sítios históricos para o presente e para o futuro de toda a humanidade". Em 1968, a União Internacional para a Conservação da Natureza e seus Recursos (IUCN) elaborou propostas similares para seus membros, as quais foram apresentadas à Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano organizada pelas Nações Unidas em Estocolmo, em 1972. [...] a Conferência Geral da UNESCO aprovou, em 16 de novembro de 1972, a Convenção sobre a proteção do patrimônio mundial cultural e natural. (UNESCO, [http://www.unesco.org.br/areas/cultura/patmundial/historiasucinta/mostra\\_documento](http://www.unesco.org.br/areas/cultura/patmundial/historiasucinta/mostra_documento). Acesso 10 de jan de 2006).

A idéia de criar-se um movimento internacional para a preservação do patrimônio surgiu após a Primeira Guerra Mundial, quando cada país se comprometeu a preservar não somente os bens do Patrimônio Mundial localizado em seu território, mas também a proteger seu próprio patrimônio nacional (UNESCO, 2004).

Não obstante, percebe-se que a hegemonia econômica e política de alguns países desconsideram, na maioria das vezes, estas normas internacionais. Atitude um tanto paradoxal!

A Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural, da 31ª reunião da Conferência Geral da UNESCO, ocorrida em Paris em 2001, reafirma que a paz será possível somente mediante o diálogo intercultural, elevando a diversidade cultural à categoria de “patrimônio comum da humanidade” (UNESCO, 2002). Esta declaração visa preservar a diversidade cultural, entendida aqui como um processo dinâmico que garante a sobrevivência da humanidade, além de evitar toda segregação e fundamentalismo que desvirtue a declaração universal dos direitos humanos.

A destruição recente do patrimônio histórico-arqueológico do Iraque, por exemplo, ocorrida em 2003, nos compele a procurar resignificar a vida e a defesa da vida, além da preservação do patrimônio mundial, num contexto em que prevalecem os interesses individuais sobre a coletividade. Cabe lembrar que onde atualmente é o Iraque, há mais de 5 mil anos existiu a Mesopotâmia, antiga região do Oriente Médio, compreendida entre os rios Tigre e Eufrates, berço da civilização. Era ocupada pelos assírios e babilônios, povos responsáveis pela criação das ‘primeiras cidades e pelo início de uma sociedade hierarquizada e organizada’. Amorim (2003) lembra que nessa região surgiram os primeiros textos, em escrita cuneiforme pelos sumérios, como o famoso Código de Hamurabi<sup>2</sup>.

Herança comum da humanidade, foi perdida, destruída, porém será lembrada na memória e na história.

O manifesto contra a destruição do patrimônio histórico do Iraque, “Luto nos museus de todo o Mundo”, ocorrido no dia Internacional dos museus em 2003 (ICOM/UNESCO), assevera que não existe guerra asséptica, uma vez que matam pessoas e destroem paisagens e obras dos homens.

As guerras são tragédias que ofendem a memória dos que nos precederam, construíram e legaram os bens patrimoniais universais de que, em cada tempo presente, apenas somos

---

<sup>2</sup> Código de Hamurabi, baseado em um primitivo conjunto de leis dos sumerianos.

usufrutuários, sendo nosso dever passá-los em testemunho às gerações vindouras (Guia dos museus, acessado em 02/09/04).

Neste momento, percebe-se a necessária compreensão e vivência da alteralidade<sup>3</sup>, assim como do conceito de cultura e diversidade cultural. Neste contexto é importante também abordar as questões que envolvem a salvaguarda do patrimônio cultural.

Diante dos mais variados processos de degradação, o mais temível em todos os tempos é, sem dúvida, a destruição do patrimônio material por parte do próprio homem, que por sua vez não percebeu ainda a necessidade da essencialidade do ser, na dimensão exlética<sup>4</sup> tão importante para a construção da paz.

Questiona-se, então: até quando o homem destruirá o próprio homem, sua história e sua memória?

Ao tratarmos da preservação do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural devemos ter a consciência de que este bem faz parte de toda a comunidade local e mundial. Somente pela democracia econômica, política, educacional e religiosa será possível um dia aniquilar o fundamentalismo no mundo, o qual suprime a dignidade, a paz e a diversidade. Será difícil ceder quando interesses individuais se sobrepõem ao interesse da coletividade. Mas a coletividade, compreendida aqui como “humanidade”, busca incansavelmente a paz. Quando se destrói o patrimônio, destrói-se parte da complexidade que o envolve, destrói-se a “rede<sup>5</sup>” e, conseqüentemente, toda a humanidade sofre.

É imprescindível construir uma política de ação que permita a realização de uma educação sistemática e consciente, na qual a mentalidade do homem deverá ser de, conforme Magnani (1986), “Pensar grande o Patrimônio Cultural”, ampliando o seu espaço de

---

<sup>3</sup> Refere-se ao outro (*alter*, em latim). Consideração, valorização, identificação, diálogo com o outro. É um conceito relativo aos relacionamentos tanto entre indivíduos como entre grupos culturais. Quando duas culturas ou duas pessoas entram em contato e vivem a alteralidade podem trocar experiências, somar conhecimentos e promover crescimento mútuo. As experiências pessoais, ou do grupo cultural, são preservadas e consideradas na relação. Não há sobreposição, assimilação, destruição (CRUZ, 2004, p. 136).

<sup>4</sup> Envolvimento, compromisso construtivo, conforme De Bono, *constructive engagement*. [...] Processo que se caracteriza por indagações abertas de todos os lados, por considerar que todos têm condições de contribuir e de fazer exposição sobre tudo e, por respeitar o saber das pessoas. Busca aberta. Aproveitamento integral do conhecimento geral (CRUZ, *op. cit.* p.150).

<sup>5</sup> São núcleos, centros de excelência, ou depósitos classificatórios de sabedoria e do conhecimento humano, interligados por um ou vários canais de comunicação, permitindo a troca de informações entre todos estes núcleos. Cada ser está ligado a diversos tipos de redes. Por exemplo, redes históricas, redes sociais, redes políticas, redes econômicas, redes jurídicas, redes espirituais, etc. (CRUZ, 2004, p. 167).

conhecimento e significado, portanto, de vida, fazendo uma leitura de mundo diferente, que realmente corresponda à necessária conservação de tudo o que permeia a memória de um povo.

É preciso uma mudança vertical, integrando áreas do conhecimento, ampliando desta forma o conceito de patrimônio, renovando a mentalidade emergente e predisponente.

Cruz (2004) afirma que a educação deverá ser um “processo ativo de vida” para que o homem consiga fazer um alcance satisfatório de realização pessoal, política, cultural, assim como para poder apresentar comportamentos e atitudes equilibradas.

Retomando a Declaração do México de 1982 / UNESCO, a comunidade internacional reunida para esta conferência, considerou o lema de Benito Juarez "Entre os indivíduos, como entre as nações, o respeito ao direito alheio é a paz" (DECLARAÇÃO DO MÉXICO, 1982).

Quando compreendermos que somos autores e co-autores da nossa história, vamos reconhecer no patrimônio cultural e natural um instrumento possível de educação e desenvolvimento social.

Os produtos culturais, materiais e imateriais, resultantes do fazer, agir e transmitir na trajetória humana fornecem registros históricos marcados pelo homem em seu tempo. Cada qual, surgido da complexidade alcançada e compreendida pelo homem, superada através do conhecimento possível nos variados processos de descoberta, invenção, inovação e criação. Cabe às gerações aqui e agora, assim como às vindouras, sensibilizarem-se da importância de nossa herança cultural. Desta forma, a responsabilidade na preservação estende-se a todos.

A preservação do patrimônio cultural favorece ao homem revitalizar a sua história através de valores que permanecem no tempo e no espaço permitindo uma interação, uma leitura do texto e do contexto entre passado, presente e futuro, e este é o seu maior objetivo. Educação, respeito à memória cultural presente — quem sabe ausentes na história da humanidade!

## 2.2 PRESERVAÇÃO NO BRASIL

Segundo Andrade (1987, apud CERRI & GONÇALVES, 2002) o primeiro documento administrativo sobre a preservação no Brasil data de 1742 quando o Vice-Rei do Estado do Brasil, Dom André de Melo Castro, enviou ao governador de Pernambuco, Luís Pereira Freire de Andrade, uma carta propondo a proteção das construções ali deixadas pelos holandeses. Esta preocupação com a preservação não foi considerada na época, ressurgindo somente com o aviso de 13 de dezembro de 1855, expedido pelo ministro do Império Conselheiro Luiz

Pedreira de Couto Ferraz que transmitia ordens aos Presidentes das Províncias e ao Diretor das Obras Públicas da Corte.

Chagas (1998) relata que a década de 20 foi fundamental para a preservação do patrimônio cultural brasileiro. Este fato é confirmado a partir dos vários projetos e anteprojetos que tinham como objetivo evitar a depredação e a transferência dos bens culturais brasileiros para outros países. Destes projetos e anteprojetos evidenciam-se os de Alberto Childe (1920), Luiz Cedro (1923), Augusto Lima (1924), Jair Lins (1925) e Wanderley Pinho (1930).

É interessante notar que, do ponto de vista prático e político, todas estas tentativas de criação de um instrumento legal para a proteção do patrimônio cultural brasileiro fracassaram, pelos mais diferentes motivos. No entanto, não se pode negar a colaboração que prestaram para a consolidação da consciência preservacionista no Brasil. A década de 20 foi marcada ainda por acontecimentos políticos e culturais da maior importância, tais como: a semana de arte moderna (1922), o episódio dos 18 do forte (1922), a campanha da reação republicana de Nilo Peçanha e J.J. Seabra, Exposição Universal do Rio de Janeiro de 1922, o manifesto regionalista de 1926, em Pernambuco, e na área museológica a criação do Museu Mariano Procópio, em Juiz de Fora (1921), do Museu Histórico Nacional, no Rio de Janeiro (1922), da Casa de Rui Barbosa, no Rio de Janeiro (1923), do Museu Republicano de Itu, em São Paulo (1923), e do Museu do Estado, em Pernambuco (1929) (CHAGAS, 1998, p.78).

Chagas (1998) também relata que entre os anos de 1926 e 1931 surgiu a idéia para a criação do Departamento de Cultura da cidade de São Paulo. O primeiro esboço foi elaborado por Paulo Duarte a partir de dados reunidos por ele e por Mário de Andrade, que posteriormente vem a ser o diretor deste Departamento.

Veloso (2000) lembra que, em termos jurídicos, o artigo 10 da Constituição do Brasil de 1934 trata pela primeira vez da questão do patrimônio histórico e artístico nacional. Observa-se neste artigo que a preocupação com a preservação diz respeito somente ao patrimônio material, não fazendo referências ao patrimônio imaterial.

No artigo 10 diz-se: **Art. 10** “Compete concorrentemente à União e aos Estados: [...] III – proteger as belezas naturais e os monumentos de valor histórico ou artístico, podendo impedir a evasão de obras de arte”.

Durante o governo de Getúlio Vargas em 1936 o escritor Mário de Andrade, Diretor do Departamento de Cultura da Prefeitura de São Paulo, a pedido do então Ministro da Educação e Saúde, Gustavo Capanema, foi designado a elaborar o anteprojeto de um serviço destinado à defesa do patrimônio artístico nacional. Em 1937, em conjunto com Rodrigo

Melo Franco de Andrade foi criado o Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), atual Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN)<sup>6</sup>.

A proposta apresentada por Mário de Andrade chamava a atenção para que as leis abrangessem não só o patrimônio material, tangível, mas também o patrimônio imaterial ou intangível. No entanto somente a partir da década de 70 a preocupação com o patrimônio imaterial foi retomada, envolvendo intelectuais e dirigentes como Aloízio Magalhães, Severo Gomes, Rodrigo Mello Franco de Andrade, Fausto Alvim Júnior e Wladimir Murinho (COELHO, 2004). Com isso várias instituições e projetos foram estabelecidos no Brasil. Dentre elas é possível citar o Centro Nacional de Referência Cultural (CNRC), criado em 1975, instituição dedicada à análise da cultura brasileira, coordenada e implantada por Aloízio Magalhães e a Fundação Pró-Memória, em 1979.

No artigo 216 da Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, faz-se a inclusão do patrimônio imaterial como “patrimônio cultural brasileiro”. Além disso, enfatiza-se a importância da interação que deve existir entre o poder público e a comunidade para a preservação do patrimônio cultural.

O artigo 216 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 preconiza:

**Art 216.** Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

I - as formas de expressão;

II - os modos de criar, fazer e viver;

III - as criações científicas, artísticas e tecnológicas;

IV - as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;

V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

---

<sup>6</sup> Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - SPHAN: Lei nº 378, de 13 de janeiro de 1937 - Cria o SPHAN, integrando a estrutura básica do Ministério da Educação e Saúde. Decreto-Lei nº 8.534, de 02 de janeiro de 1946 - Transforma o SPHAN na Diretoria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Decreto nº 66.967, de 27 de julho de 1970 - A Diretoria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, pertencente ao Ministério da Educação e Cultura - MEC, passa a denominar-se Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN com autonomia administrativa e financeira. Decreto nº 84.198, de 13 de novembro de 1979 - O IPHAN, por transformação, volta a integrar a estrutura básica do MEC e denominar-se Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - SPHAN. Decreto nº 91.144, de 15 de março de 1985 - As competências do SPHAN passam a integrar as finalidades intrínsecas do Ministério da Cultura, criado por este Decreto. Lei nº 8.029, de 12 de abril de 1990 - Constitui o Instituto Brasileiro do Patrimônio Cultural - IBPC ao qual são transferidas as competências, o acervo, as receitas e dotações orçamentárias do SPHAN. (MinC [www.minc.gov.br/merco\\_WEB/leis/ex-orgao.htm](http://www.minc.gov.br/merco_WEB/leis/ex-orgao.htm). Acesso 10 de jan 2006)

§ 1º O poder público, com a colaboração da comunidade, promoverá e protegerá o patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação, e de outras formas de acautelamento e preservação.

Para Coelho (2004), este artigo serviu como base para o Decreto nº 3551 de 04 de agosto de 2000, assinado pelo então Presidente da República Fernando Henrique Cardoso, que cria o Programa Nacional do Patrimônio Imaterial.

Com relação ao ensino da conservação-restauração no Brasil, Veloso (2000) faz uma retrospectiva sobre os cursos que existiram e os que ainda permanecem em funcionamento.

A introdução de disciplinas de restauração em cursos universitários no Brasil teve início nas Universidades Federais do Rio de Janeiro e da Bahia.

Na década de 50, o professor Edson Motta criou duas disciplinas de restauração na Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Na Bahia, o ensino de restauração deve-se ao artista, restaurador e professor João José Rescala, do curso de Graduação em Belas Artes, da Universidade Federal da Bahia.

No ano de 1970, o restaurador Jair Afonso Inácio, ex-aluno do professor Edson Motta, criou na Fundação de Arte de Ouro Preto um curso para a preparação de restauradores, estando este, até o presente momento, preparando técnicos em restauração.

Em 1978, a formação de restauradores teve início em Belo Horizonte, na Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, através de um curso de especialização, pós-graduação "*lato sensu*". Só em 1980 foi criado na Escola de Belas Artes da UFMG o Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis – CECOR. Este curso, no início, tinha a duração de um ano letivo; a partir de 1988 passou ser integral, com duração de dois anos letivos, estando em 2005 na 16ª turma.

Em 1979 e 1980, ocorreu na Bahia o curso de Especialização em Restauração de Bens Culturais Móveis.

Entre 1988 a 1999 funcionou, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, um curso de Especialização em Conservação de Bens Culturais Móveis, mas já em 1994, nesta mesma universidade, fora criado um curso para a área de conservação preventiva, formando apenas uma turma.

Em 1997, a Universidade Federal do Paraná realizou o curso de Especialização em Conservação e Restauração de Materiais Bibliográficos e Arquivísticos, formando também apenas uma turma.

No ano de 2000, foi apresentada, pelo CECOR, uma proposta para o Curso de Graduação em Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis, em conjunto com a Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais; este projeto está em fase de implantação.

Muitas instituições no Brasil, tais como museus, bibliotecas, arquivos e fundações, têm oferecido estágios e cursos de curta duração para profissionais que trabalham na área. Em algumas universidades, nos cursos de Belas Artes, Museologia, Arquivologia, Gestão da Informação etc., disciplinas introdutórias à conservação-restauração nas áreas de pintura, escultura, livros, obras sobre papel, são ministradas com a preocupação nas questões da preservação de acervos.

A Associação Brasileira de Conservadores e Restauradores de Bens Culturais – ABRACOR, desde a sua fundação no ano de 1980, também tem se preocupado com a formação do profissional conservador-restaurador, assim como com a regularização da profissão. Dentre seus objetivos postula-se o apoio a seminários, estágios, bolsas de estudos, difusão de trabalhos de conservação e restauração em congressos, conferências, ciclos de palestras nacionais e internacionais.

No que tange à conservação de obras sobre papel, Beck (1998) relata que a Organização dos Estados Americanos (OEA) patrocinou um encontro em Quito, com representantes de 11 países para discutir um programa na “Mesa Redonda Latino-Americana de Centros de Conservação de Documentos”. O grupo ali reunido enfatizou a capacitação dos conservadores em nível técnico e gerencial.

Beck (2002) relata que, já no ano de 1994 no Brasil, o Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos (CPBA) foi idealizado por um grupo preocupado com a preservação de acervos documentais brasileiros.

Representantes de 19 instituições brasileiras consideraram indispensável desenvolver um procedimento de informação e conscientização sobre a importância da Conservação Preventiva. Para tal, era necessária uma literatura básica que atendesse a todos os profissionais. Foi então selecionada esta literatura com textos técnicos sobre temas prioritários para serem traduzidos ao idioma português.

A partir dos textos selecionados, este grupo pôde contar com o apoio técnico da *Commission on Preservation and Access*, para a elaboração do projeto. Foi então apresentado à fundação norte-americana Andrew W. Mellon a proposta de um programa de treinamento a ser desenvolvido no Brasil. O projeto recebeu apoio financeiro desta fundação e da Fundação

VITAE de apoio à Cultura, Educação e Promoção Social. A Fundação Getúlio Vargas responsabilizou-se pela administração financeira dos recursos do projeto e o Arquivo Nacional cedeu espaço e recursos humanos.

Com estas parcerias, em 1997, o Projeto Cooperativo Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos (CPBA) traduziu e publicou 53 textos técnicos sobre Conservação Preventiva de documentos, livros, filmes, fotografias, discos e meios magnéticos, que foram distribuídos gratuitamente para mais de 1400 instituições, a partir de um cadastro *on-line* preenchido pelas instituições. Este projeto cooperativo iniciou, também, no ano de 1997, um processo de difusão através de seminários organizados nas cinco regiões brasileiras, formando assim o grupo multiplicador que estimulava a prática da conservação preventiva nas instituições.

No ano de 1998, o Projeto CPBA recebeu o prêmio Rodrigo de Melo Franco de Andrade. Até o ano de 2001, este projeto já contava com mais de 130 eventos realizados em todo o país, com mais de 6000 pessoas envolvidas.

A preservação do patrimônio cultural a partir da prática dos princípios da conservação preventiva tem sido de grande valia no cotidiano das instituições brasileiras. Muitas vezes com poucos recursos, instituições buscam alternativas viáveis através da multidisciplinaridade e interdisciplinaridade, propostas pela dimensão científica que tem a conservação preventiva.

Entre o ideal e o real, no campo da preservação, existe o possível para cada instituição e este tem sido o grande desafio.

Somente enfrentando-o é que museus, bibliotecas e arquivos passam a corresponder às suas funções, embasados em pesquisas técnicas e científicas e estas, por sua vez, dão o suporte necessário às suas práticas, em cuja aplicabilidade, não se vê mais o objeto cultural como um fim em si mesmo, mas como parte de um contexto maior.

### 2.3 A IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO PREVENTIVA

Segundo De Guichen (1999), a conservação e a restauração são atividades com finalidades distintas, cuja definição varia muito no âmbito nacional e internacional. Na Reunião Trienal do Conselho Internacional de Museus – Comitê para a Conservação, realizada no Rio de Janeiro em 2002, Gaël De Guichen chama a atenção para os inúmeros conceitos possíveis por parte dos profissionais da área, pois recebeu mais de mil definições por escrito de profissionais de mais de setenta países. Ele adverte que, nos últimos vinte anos,

tem aumentado o grau de complicação terminológica com a introdução de uma sutil diferença entre conservação preventiva e curativa.

De Guichen (1999) apresenta as seguintes definições:

A conservação é toda atividade humana direta ou indireta direcionada a aumentar a expectativa de vida das coleções intactas e das deterioradas.[...] A restauração é toda atividade humana direta direcionada a conseguir que um objeto deteriorado de uma coleção recupere sua estética ou seu estado histórico.[...] A conservação curativa se ocupa dos objetos do patrimônio cultural que podem perder-se pela presença de um elemento destrutivo ativo, por exemplo: os insetos na madeira, o mofo no papel e os sais na cerâmica, ou simplesmente um objeto que não pode suportar o próprio peso. A conservação preventiva se ocupa com todos os objetos do patrimônio, independentemente de estar em bom estado ou em deterioração progressiva. Sua finalidade é protegê-los de toda classe de agressões naturais ou humanas. (DE GUICHEN, 1999, <http://biblioteca.unp.edu.ar>)

Para De Guichen (1999), é importante mudar a mentalidade, para que “o objeto de ontem se converta na coleção de hoje; a sala no edifício; o indivíduo na equipe; o presente no futuro; os profissionais no público; e, no mais amplo sentido da palavra, o secreto na comunicação e o como no porquê”.

A conservação preventiva foi encarada de forma sistemática somente a partir dos estudos do pesquisador Garry Thomson – *The Museum Environment* (1978), quando se passou a relacionar a arquitetura dos museus com as condições de ambiente e segurança. Até esta data, somente em alguns casos pontuais a arquitetura do museu foi planejada a partir das exigências da conservação e da segurança. A prioridade das instituições museológicas passa a ser a análise das coleções, a relação das condições climáticas externas e a estabilidade da umidade relativa interna, a iluminação, o controle de poluentes, enfim, a importância da arquitetura para reduzir a dependência do uso de equipamentos para o controle do clima interno, sem perder de vista a geografia do local onde o museu se encontra (TRINDADE *et al.*, 1993). Isto é fundamental quando se relaciona o projeto da edificação com a eficiência energética.

Confirmando as teses de Garry Thomson, o crescente intercâmbio de experiências veio demonstrar a necessidade de cada país - cada museu - definir as suas normas de conservação fruto do estudo das coleções, em substituição das “normas” tradicionais claramente insuficientes face à realidade museológica atual. Com efeito, há peças nas mais variadas condições ambiente em diversos estados de conservação, sem que seja possível encontrar uma lei coerente que integre os parâmetros encontrados de Glasgow a Viena, de S. Petersburgo a Lisboa. Este quadro começava aliás a adivinhar-se quando se conheceram os resultados do inquérito levado a cabo pelo ICOM em 1955 e publicado na *Museum* em 1960, mas que só a partir de Thomson assume toda a sua importância. Portanto ao museólogo, ao conservador de cada museu cabe a responsabilidade de encontrar as condições ótimas para as suas coleções

ampliando a análise sensorial das peças, com os meios importântísimos que a ciência hoje coloca ao nosso dispor para estudar a estrutura dos objetos, e analisar a sua evolução no tempo (TRINDADE *et al.*, 1993, p. 163).

Há uma tendência em vários países em transformar casas e prédios históricos em espaços de museus. Ao ocorrerem tais adaptações é necessário que sejam realizados, de acordo com Souza (1994, p.91) “estudos de viabilidade e projeção de necessidades futuras do prédio, quanto aos sistemas hidráulico, elétrico, segurança contra roubo, incêndio, localização da reserva técnica, definição das salas de exibição etc”. Caso contrário, a conservação das coleções poderá ser comprometida.

De acordo com as recomendações sobre conservação e restauração do patrimônio arquitetônico, documento aprovado pelo comitê científico do ICOMOS em Paris no ano de 2001, quando uma edificação considerada de valor histórico, artístico e cultural passa a servir a outras funções, todos os requisitos de conservação e segurança deverão ser considerados (PUCCIONI, 2001).

Em palestra proferida por Toledo (2004), realizada na Casa de Rui Barbosa no Rio de Janeiro no ano de 2004, sobre o “Controle ambiental através de intervenções mínimas em edifícios históricos”, ressalta-se que em edifícios históricos o controle ambiental é uma área importante da conservação preventiva e tem sido realizada de duas maneiras, com o uso de alta ou de baixa tecnologia. Destaca a importância do controle climático de baixa tecnologia, que preconiza o controle passivo, além de respeitar as características físicas do edifício, sendo mais econômica e auto-sustentável. Adverte, porém, que para se interferir corretamente em uma edificação histórica, através do uso de baixa tecnologia, é necessário “explorar ou restituir suas qualidades físicas”. Ao se referir aos edifícios antigos, relata que a maioria dessas construções utilizavam materiais construtivos porosos e higroscópicos, muros espessos, excelentes para o controle e estabilidade da temperatura e umidade do ar; e estes edifícios antigos e vernaculares controlam de modo passivo o clima interior através da arquitetura, tanto para resfriamento quanto para aquecimento.

No que se refere às edificações novas, projetadas especificamente para museus, Souza (1994) assinala a falta de diálogo e interação entre os arquitetos, os engenheiros, os curadores e os restauradores, ressaltando ainda que o ideal para o projeto de um novo museu deveria ser decidido em conjunto com os vários profissionais envolvidos, indo além dos aspectos estéticos do edifício.

Quando se despreza o conhecimento das características climáticas locais, corre-se o risco de se construírem edificações ineficientes, tanto do ponto de vista do conforto térmico quanto da conservação de acervos. Muitas vezes, quando o resultado é uma edificação ineficiente, a escolha pelo uso de sistemas de condicionamento de ar como solução, torna-se uma opção preocupante, tanto no que se refere à economia de energia quanto ao procedimento correto de seu uso em museus.

Toledo (2004) lembra que, com o advento da Revolução Industrial, a produção em massa e a mecanização da vida moderna desencadearam a dependência das máquinas e das fontes de energia não renováveis. A difusão do estilo internacional influenciou a construção de edifícios envidraçados, nos mais diversos locais do globo, desconsiderando as condições climáticas.

A crise de energia, na década de 1970, contribuiu para o estabelecimento de critérios de projeto relacionados ao local de implantação dos edifícios, garantindo economia de energia e maior conforto térmico dos ocupantes destes (GOULART *et al.*, 1998).

Segundo Toledo (2004):

O controle ambiental feito por meio de alta tecnologia desenvolveu, no século XX, os sistemas de ar condicionado, com refrigeração e aquecimento, aos quais os americanos chamam de 'HVAC' - Heating Ventilation and Air Conditioning', passaram a ser instalados e usados maciçamente nos edifícios públicos. Como resultado, o consumo e os custos com manutenção e energia se tornaram tão altos que a maioria das instituições culturais hoje já não dispõe mais de recursos financeiros para mantê-los. [...] Os sistemas condicionadores de ar viraram uma panacéia no século XX, mas têm sido causadores de muitos efeitos colaterais, particularmente nos edifícios históricos. Nesse sentido, os edifícios construídos no passado apresentam um melhor desempenho climático e soluções energéticas mais sustentáveis, do que os atuais. A adaptação de edifícios antigos a novos usos, com a conseqüente instalação de grandes sistemas condicionadores de ar, os quais, pelas suas dimensões, e também pela falta de controle e manutenção, têm causado danos físicos irreparáveis (como abertura de vãos ou demolição de paredes) e doenças aos edifícios antigos (resfriamento e condensação em alguns pontos). [É importante neste momento evidenciar que, em climas quentes e úmidos, como é o caso do Brasil, muitas instituições utilizam meios mecânicos de condicionamento de ar. Entretanto, torna-se, também, oneroso e inviável para a maioria das instituições manter os museus climatizados durante 24 horas. Logo, na maioria das vezes, muitas instituições, apesar de possuírem sistema de climatização, não o utilizam adequadamente: desligam o sistema durante a noite e nos dias em que os museus ficam fechados, provocando com isso bruscas variações da temperatura e umidade relativa.](http://www.casaruibarbosa.gov.br/biblioteca/serie_memoria/palestraFranciza>Toledo.doc</a></p></div><div data-bbox=)

Desta forma, para que as ações preventivas possam ser executadas com critério, seja no que concerne à construção de novas edificações dentro da proposta da eficiência energética, seja na aplicação de procedimentos de conservação em edifícios históricos existentes, deve-se exigir o engajamento de profissionais de várias áreas do conhecimento, ressaltando-se aqui, novamente, a multi e interdisciplinaridade na área.

Portanto, cabe aos museus brasileiros encontrar alternativas para minimizar os processos de degradação, devendo melhorar as condições das edificações que abrigam as coleções, realizar as vistorias biológicas, propiciar com cautela a renovação do ar através de ventilação natural ou forçada quando as condições externas forem adequadas, sem descuidar do uso de filtros quando necessário.

Segundo Lord (1998), a conservação preventiva é uma ciência aplicada e tem como objetivo proporcionar aos bens culturais um ambiente adequado, visando assim minimizar os processos de degradação. Salas (2001) não considera a conservação preventiva uma ciência, no entanto assevera que, pela sua dimensão, a mesma está amparada nos estudos e análises da física, da química, da biologia, assim como na filosofia, história, antropologia, tendo assim um aspecto multidisciplinar.

Geralmente, o ambiente interno dos museus sofre influências diversas do clima externo, em função do tipo construtivo, assim como das interferências ocorridas no seu interior. É importante compreender o desempenho do edifício, tendo-se em vista proteger os bens culturais dos efeitos prejudiciais de um ambiente inadequado. Para isso, é fundamental identificar as modificações e medidas necessárias para melhorar o seu desempenho.

Para Trinkley (2001), a estrutura do edifício é a barreira entre o ambiente interno e o externo, podendo também ser considerado o filtro necessário para a conservação das coleções através das quantidades controladas de luz, calor e umidade.

Toledo (2003) enfatiza a unidade que deve existir entre a coleção e o edifício, não se devendo dissociá-los, uma vez que o edifício poderá suavizar, ou agravar, as condições climáticas internas. Também se refere ao edifício como um “envelope”, sendo a primeira barreira de proteção da coleção.

É preciso, continuamente, investigar se as condições de temperatura, umidade, ou iluminação da sala que abriga as coleções estão de acordo com o tipo do acervo, se o acondicionamento é adequado, se o manuseio dos objetos segue um padrão de segurança, se existe um plano de emergência contra catástrofes naturais e incêndios e se é realizado periodicamente um controle de pragas. Para tal, faz-se necessário um conjunto de ações que

permita a realização de um diagnóstico de preservação partindo do levantamento das características construtivas do museu em estudo, do reconhecimento do ambiente e do clima da região a que este museu está submetido. A partir daí, é preciso verificar o tipo dos objetos culturais pertencentes ao museu em estudo, observar se a localização destes objetos dentro do museu é a mais adequada em função do seu tipo, verificar se há incidência solar direta, iluminação apropriada e renovação do ar.

É fundamental identificar quais os fatores que afetam a conservação das coleções, assim como quais os cuidados que cada tipo de coleção exige. Somente através de um estudo consciencioso será possível estabelecer as diretrizes e mudanças que venham garantir a estabilidade das coleções. Neste momento, observa-se a importância do monitoramento do ambiente para a complementação deste diagnóstico de conservação. Toledo (2003) ressalta que esta medição é necessária para conhecermos o desempenho higrotérmico do edifício, ou seja, como o edifício se comporta em relação à umidade e à temperatura externa. Além disso, através de monitoramento contínuo é possível verificar as zonas climáticas internas.

O *Getty Conservation Institute* (GCI) em 1998, no estudo *Evaluación para la conservación: modelo propuesto para evaluar las necesidades de control del entorno museístico*, apresenta uma metodologia para a realização de um diagnóstico de conservação.

Conforme este modelo proposto, o primeiro passo para estabelecer-se uma estratégia de gerenciamento ambiental em um museu é a realização de um diagnóstico relativo aos vários fatores que possam afetar a preservação, assim como os cuidados necessários para as coleções. Isto posto, abrange os aspectos físicos, ou seja, condições ambientais, condições da edificação, condições de guarda e exposição dos objetos e os aspectos organizacionais envolvendo a missão da instituição. Este modelo evoluiu a partir de várias experiências realizadas pelo GCI, que foi o pioneiro no desenvolvimento de uma estratégia de diagnóstico para museus americanos, tendo a cooperação do *National Institute for Conservation* (NIC).

O resultado desse projeto foi um conjunto de diretrizes publicadas em 1990, intituladas “Diagnóstico de Conservação: Uma ferramenta para Planejar, Implementar e Arrecadar fundos” (GETTY, 1998).

Segundo este diagnóstico de conservação o objetivo é ajudar os museus a:

- Avaliar as necessidades ambientais.
- Identificar e definir prioridades relativas a situações problemáticas.
- Estabelecer regimes apropriados de manutenção e gestão.
- Implementar soluções técnicas sustentáveis e apropriadas quando seja necessário.

Esta mesma publicação enfatiza a inter-relação existente nos fatores de risco causados pelo meio ambiente que podem afetar as coleções de museus quanto:

- À sensibilidade inerente às coleções em função dos materiais, sua fabricação ou suas condições.
- Ao clima, tanto regional quanto local.
- À resposta do edifício aos sistemas de climatização (se existirem) e às condições climatológicas.
- Às normas e procedimentos para a gestão das coleções e do edifício.
- Aos desastres naturais.
- Às ameaças antropogênicas.

Sendo que, a partir deste diagnóstico para conservação, é possível descrever:

- As coleções.
- O desempenho do edifício do museu.
- Os riscos ambientais, além do uso das coleções e das instalações.
- Os riscos das normas e práticas relacionadas com a gestão.

A metodologia para o diagnóstico de conservação apresentada nesta publicação do GCI ressalta ainda as várias funções de um museu, abrangendo:

[...] uma extensa gama de questões ligadas à conservação que afetam as coleções e o edifício do museu, além de levar em conta a missão, funções, atividades e recursos institucionais. Esta metodologia ajudará a determinar os padrões e relacionamentos que existem entre a organização da instituição, suas coleções, localização e estrutura, e condições ambientais internas e externas (<http://www.getty.edu/conservation/publications/pdfpublications/assessmodels.pdf>). Acesso em junho de 2005.

Segundo Getty (1998), nesta metodologia descrita, a equipe que fará o diagnóstico de conservação deverá ser multidisciplinar, incluindo pelo menos um especialista em conservação de coleções, um arquiteto e um funcionário do museu. A realização deste diagnóstico de conservação envolve várias fases.

#### I. Primeira fase: preparação.

Nesta fase, será necessário o levantamento de todas as informações sobre a missão da instituição, levantamento das características do edifício que abriga as coleções, tipo de coleção, além de estabelecer qual a meta a ser atingida pela instituição com a realização de um diagnóstico de conservação.

#### II. Segunda fase: coleta de informações.

Para esta fase será necessário examinar os vários aspectos ligados ao meio ambiente do museu, tais como o macro-ambiente do museu, o edifício do museu, o ambiente interno e

as coleções. Este levantamento constituirá a base para análise e diagnóstico de problemas existentes.

### III. Terceira fase: análise conjunta e estratégias.

Nesta terceira fase, após a análise conjunta da equipe responsável pelo diagnóstico, deverão ser questionadas as seguintes proposições:

- a. A que tipo de risco as coleções estão expostas?
- b. Que condições e fatores ambientais contribuem para a deterioração?
- c. O que causa estas condições?

### IV. Quarta fase: elaboração do relatório de diagnóstico.

Nesta fase, deverão ser apresentados, através de relatório, os dados de análises, as estratégias recomendadas e as fases sugeridas para a implementação.

Conway (1997) afirma que:

[...] O gerenciamento de preservação envolve um progressivo processo reiterativo de planejamento e implementação de atividades de prevenção (mantendo, por exemplo, um ambiente estável, seguro e livre de perigos, assegurando a ação imediata em casos de desastres e elaborando um programa básico de manutenção do nível das coleções) e renovação de atividades (empreendendo tratamentos de conservação) [...]. (CONWAY, 1997, p.6).

Pode-se perceber a complexidade que existe na aplicação de uma adequada política de preservação. A estrutura organizacional museológica deverá nortear os procedimentos necessários para a preservação sem negligenciar, em nenhum momento, da interdependência de suas partes (edifício, coleção e questões organizacionais), além de prever uma equipe multidisciplinar e interdisciplinar. Sem este reconhecimento ficará muito difícil concretizar os objetivos da conservação preventiva.

É notório que, em condições inadequadas, os danos para as coleções podem ser irreversíveis. Desta forma, a ação da conservação preventiva e sua continuidade é ponto vital para a permanência dos objetos, evitando restaurações futuras, que poderão comprometer indícios de sua originalidade. Cassares (2000) enfatiza que a conservação preventiva pode também envolver procedimentos indiretos nos objetos culturais que venham estabilizar ou desacelerar os processos de degradação. Para Moreira (2002), o objetivo da conservação preventiva deve ser o de assegurar a preservação de uma coleção ou de um objeto em particular, aumentando a sua expectativa de vida útil.

A comunidade de pesquisadores da conservação preventiva enfatiza a importância da ação contínua no cuidado com o acervo, conforme recomendação publicada pela UNESCO,

em que a conservação preventiva deverá ser uma atividade cotidiana desempenhada por todas as pessoas envolvidas direta ou indiretamente com o acervo (UNESCO, 1988). Além disso, envolve também a avaliação e a discussão sobre os diversos fatores que podem afetar a conservação das coleções, estabelecendo diretrizes e metas que visem à estabilização dos processos de degradação.

No que se refere à restauração dos bens culturais, o seu objetivo é recuperar a integridade física do bem cultural. No artigo 4º da Carta do Restauo, de 06 de abril de 1972, entende-se por salvaguarda “qualquer medida de conservação que não implique intervenção direta sobre a obra” (CARTA DO RESTAURO, 1972). Nesta mesma carta, a restauração é conceituada como o processo de intervenção destinada a manter em funcionamento, a facilitar a leitura e a transmitir integralmente ao futuro as obras e os objetos culturais, compreendidos aqui os monumentos arquitetônicos, pinturas e esculturas, desde o período paleolítico, além das expressões figurativas das culturas populares e da arte contemporânea, pertencentes a qualquer pessoa ou instituição (<http://www.iphan.gov.br/legislac/cartaspatrimoniais/cartadorestauro-72.htm>).

Nas últimas décadas, conservadores-restauradores têm enfatizado a prática da conservação preventiva à restauração propriamente dita (LORD, 1998, p.97). Toledo (2003) adverte que de nada adianta restaurar uma obra se a mesma voltar a um ambiente inadequado, pois, em breve, essa obra restaurada acabará, novamente, apresentando problemas de degradação, devendo sofrer novas intervenções.

Queiroz *et al.* (2002) citam que, a partir do século XX, a conservação e a restauração tomaram novo impulso, conquistando um tratamento científico e interdisciplinar, no qual o conservador-restaurador deixa de lado o empirismo e investe na formação especializada, consciente de que esta área exige uma ação interdisciplinar visando à preservação do patrimônio cultural. A prioridade passa a ser a conservação preventiva, uma vez que não basta somente intervir, mas sim aplicar todas as alternativas que venham garantir a correta conservação e manutenção do bem cultural. Ressaltam ainda que esta nova maneira de pensar a conservação-restauração, conservação preventiva, critérios de preservação e educação patrimonial deve-se aos organismos internacionais tais como o *International Center for the Study of Cultural Property - ICCROM*, o *International Council of Museums ICOM*, *International Council on Monuments and Sites - ICOMOS*, *Getty Conservation Institute*, as Cartas Patrimoniais, dentre outros.

## 2.4 AGENTES DE DETERIORAÇÃO

Diversos são os agentes de deterioração de acervos. Nesta seção, serão tratados os relacionados às condições ambientais, tais como umidade e temperatura e seus respectivos desdobramentos, quando em condições impróprias para o acervo.

### 2.4.1 Umidade e Temperatura

No espaço museológico, a evaporação da água contida no subsolo, nas paredes da construção, respiração e transpiração do corpo humano, na limpeza com umidade, dentre outros, deve ser considerada na avaliação do ambiente. Todo esse vapor d'água contido no ar pode e deve ser mensurado. A origem da umidade no interior das edificações pode ainda ocorrer a partir de infiltrações de água nos telhados, pelas paredes externas, umidade ascendente do solo, condensação em paredes, além de umidade devido à presença de materiais higroscópicos.

O ar recém transportado a seu interior pode ser considerado seco, úmido ou saturado. A umidade de saturação do ar é a quantidade máxima de vapor d'água que o ar pode conter a uma certa temperatura. É expressa, geralmente, em gramas de vapor d'água por quilograma de ar (g/kg) (FOLMER-JOHNSON, 1965). Na Tabela 1, De Guichen (1984) apresenta, a título de exemplo, que, para um mesmo volume de ar saturado, a quantidade de vapor d'água aumenta conforme o aumento da temperatura.

**TABELA 1 - RELAÇÃO ENTRE A QUANTIDADE DE VAPOR D'ÁGUA COM A TEMPERATURA (°C)**

Temperatura (C°)	Volume de ar	Valores arredondados
5 °C	1m <sup>3</sup> é saturado	com 7g de vapor d'água
10 °C	1m <sup>3</sup> é saturado	com 10 g de vapor d'água
20 °C	1m <sup>3</sup> é saturado	com 18 g de vapor d'água
30 °C	1m <sup>3</sup> é saturado	Com 31 g de vapor d'água

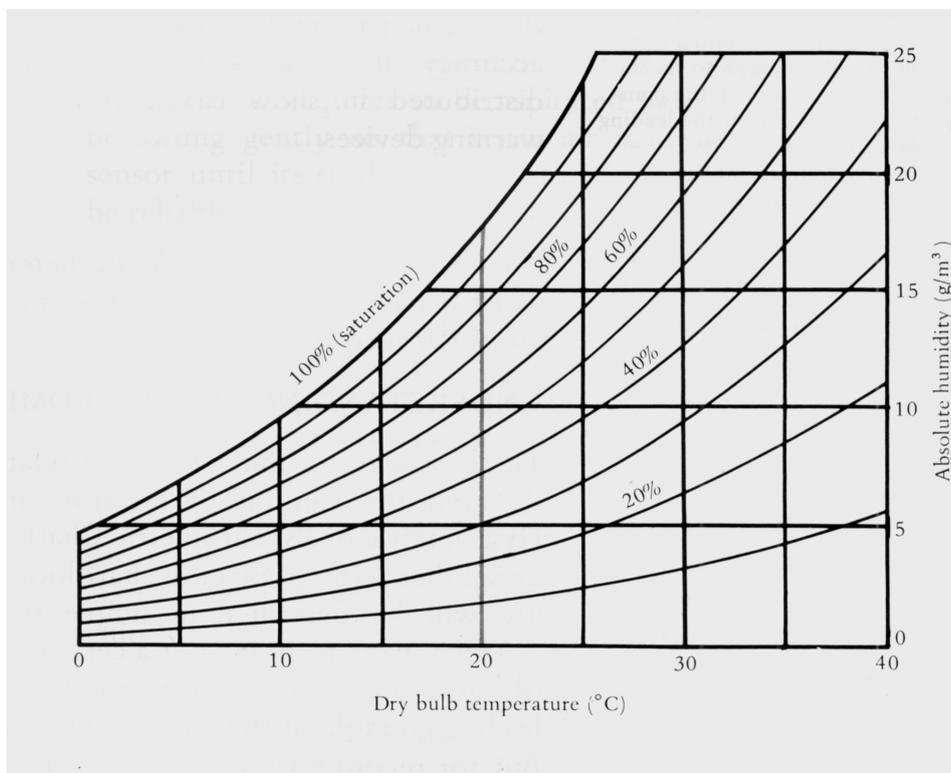
FONTE - De Guichen, (1984)

Segundo Costa, H. (1996), ao considerarmos o ar úmido saturado, o aumento da temperatura o tornará úmido não saturado, se não for alterada a quantidade de água nele contida. Da mesma forma, se ele for úmido não saturado, basta diminuir a temperatura para que se torne saturado. O ponto de saturação do ar depende da temperatura ambiente e, na condição de saturação, qualquer acréscimo de vapor d'água se condensará.

Através da carta psicrométrica é possível compreender melhor esta relação uma vez que permite o conhecimento das condições de um determinado ambiente a partir de dois

dados. Em um determinado volume de ar, ocorre uma inter-relação entre a temperatura e umidade relativa para a umidade absoluta fixa. Existe uma vasta bibliografia explicativa quanto ao uso da carta psicrométrica. Thomson (1986), a título de exemplo, apresenta a carta psicrométrica simplificada. Na abscissa, tem-se a temperatura de bulbo seco em (C°), na ordenada a umidade absoluta em g/ m<sup>3</sup> e curvas ascendentes correspondendo à umidade relativa de 0% a 100%, sendo que as curvas são apresentadas de 10% em 10% (Gráfico 1).

**GRÁFICO 1 - CARTA PSICROMÉTRICA SIMPLIFICADA**



FONTE: THOMSON (1986)

Para Folmer-Johnson (1965), umidade relativa é o quociente da massa ( $m$ ) de vapor de água existente em certo volume de ar, pela massa ( $m_s$ ) de vapor de água que existiria no mesmo volume de ar se estivesse saturado, à mesma temperatura. Assim,  $UR = m/m_s$

A umidade relativa é apenas um parâmetro que vem representar o estado de saturação do ar, não indicando, no entanto, a quantidade de vapor d'água no ar. Uma vez que o ponto de saturação do ar depende somente da temperatura, podemos dizer, em termos relativos, que o ar pode tornar-se “mais seco ou mais úmido”, dependendo da variação da temperatura.

Segundo Costa, H. (1996, p. 5), “a umidade relativa é, portanto, a relação entre certa quantidade de vapor d'água existente e a quantidade máxima que esse ar pode conter, nas

mesmas condições de pressão e temperatura”. A umidade relativa é expressa em porcentagem, portanto, quanto mais perto da saturação estiver o ar, mais a umidade relativa estará próxima de 100%, isto é, o ar a 100% conterá toda a água possível.

Para os objetos de um acervo, a condensação é um dos fatores mais preocupantes, pois apresenta riscos de degradação às coleções.

A Figura 1 mostra um exemplo de degradação no suporte em papel (manchas d’água) em função da migração da condensação local ocorrida na parede para onde a gravura estava acondicionada.

**FIGURA 1 - EXEMPLO DE DEGRADAÇÃO DO PAPEL**



FONTE: Restauro & Papel (Curitiba PR)

Pode-se observar que a temperatura está relacionada com a umidade e, na conservação de acervos, é necessário analisá-las em conjunto, uma vez que as mesmas poderão desencadear processos de degradação nos materiais.

De Guichen (1984) alerta que a água condensada poderá, por capilaridade, penetrar em determinados tipos de objetos, transportando microorganismos ou produtos químicos de agentes poluidores. Portanto, é importante notar que se deve ter o devido cuidado não só com as salas dos museus, bibliotecas e arquivos, como também com as exposições itinerantes, que normalmente ocorrem em outros espaços e até mesmo em outras localidades.

De acordo com Thomson (1986), existem três maneiras dos objetos sofrerem alterações e, conseqüentemente, degradações, em função das variações e de condições extremas de umidade relativa e temperatura, sendo estas as mudanças dimensionais, as reações químicas e a deterioração biológica, que serão abordadas na seqüência.

#### 2.4.2 Mudanças Dimensionais

Thomson (1986) adverte que as mudanças dimensionais ocorrem nos objetos orgânicos e variam de acordo com o tipo do objeto.

Segundo Souza (1994), a composição química de obras de arte depende da tecnologia utilizada em sua fabricação, podendo na sua constituição conter tanto materiais orgânicos quanto inorgânicos. Ressalta ainda que, pelo simples fato dos objetos culturais serem compostos por matéria, sua existência é influenciada pelo ambiente onde se encontram e que os materiais orgânicos compõem-se de moléculas de compostos orgânicos, contendo átomos de carbono em sua estrutura básica, sendo que a maioria destas moléculas também contém oxigênio, nitrogênio, enxofre e hidrogênio. Estes materiais podem ser, por exemplo: papel, pergaminho, têxteis, fibras vegetais e animais, madeira etc. São considerados materiais higroscópicos, uma vez que absorvem e liberam umidade do ar.

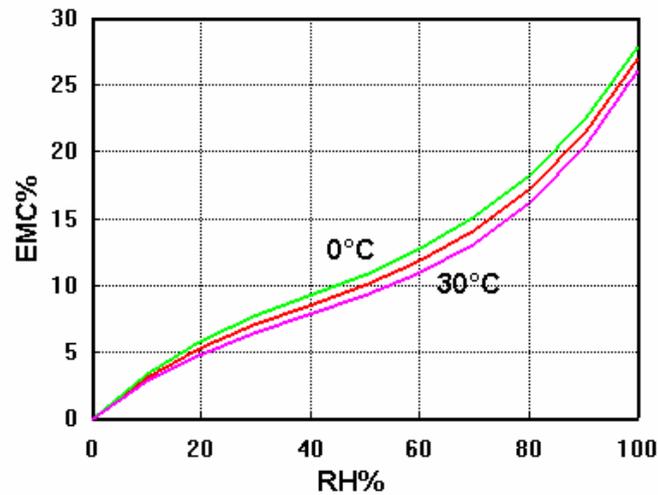
Thomson (1986) assevera que os materiais absorventes de umidade se expandem em umidade relativa elevada, conseqüentemente sofrendo deformações, deslocções em suas partes, veios e rupturas de fibras. Em baixa umidade relativa, esses objetos sofrem contração. Desta forma, possuem variadas porcentagens de umidade em sua estrutura. Desde que a temperatura não chegue a níveis extremos, estes objetos interagem de maneira contínua com o ambiente em que estão inseridos.

A umidade relativa do ambiente determinará a quantidade de água em materiais orgânicos. Quando a umidade relativa aumenta, estes materiais absorvem mais água e, quando diminui, eles liberam umidade para alcançar um equilíbrio com o meio circunvizinho. Esta quantidade de umidade de determinado material a certa umidade relativa é chamada *Equilibrium Moisture Content (EMC)* - Conteúdo de Umidade de Equilíbrio (MICHALSKI, 1999).

Na pesquisa “A absorção de água através de materiais”, Padfield (1996) apresenta isotermas de adsorção. No Gráfico 2, observa o mesmo autor que ocorre um aumento muito significativo do conteúdo de umidade da celulose em razão da elevação da umidade relativa, do que com a variação da temperatura propriamente dita. Ressalta Padfield (1996) que a maioria dos materiais orgânicos têm um índice de umidade de equilíbrio e que é determinada pela umidade relativa do ambiente, sendo somente influenciada ligeiramente pela temperatura.

Como conseqüência, o teor de umidade existente em materiais orgânicos muda continuamente em resposta às mudanças no ambiente.

GRÁFICO 2 - EXEMPLO DE UMA ISOTERMA DE ADSORÇÃO



FONTE: Padfield (1996)

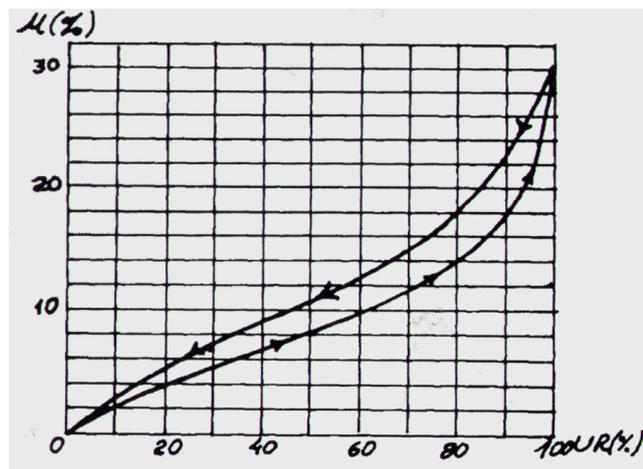
Reilly (1997), ao se referir à quantidade de água na base do filme ou na gelatina, observa que a quantidade de água presente é determinada pela umidade relativa de armazenamento. Ressalta ainda o mesmo autor que, a temperatura não importa, pois o que rege a quantidade de água que permanece no filme após alcançar o estado de equilíbrio é a umidade relativa. Para Reilly (*op.cit.*, p.23) “Sob baixa umidade relativa, haverá pouca água absorvida pelo filme; sob alta umidade relativa, o ponto de equilíbrio vai mudar e o conteúdo de umidade do filme será muito mais alto”. Mustardo & Kennedy (1997) enfatizam o problema causado pela umidade em fotografias. Nas que são à base de gelatina, o efeito da umidade relativa elevada será o inchamento e amolecimento de alguns aglutinantes, que podem então aderir a qualquer superfície quando em contato, por exemplo, com fibras do papel, invólucros de plástico, vidros protetores etc; níveis baixos de umidade relativa podem causar deformação física. Segundo Souza (1994) há uma tendência ao equilíbrio entre o conteúdo de umidade dos objetos orgânicos e a umidade relativa do ambiente em que os mesmos estão acondicionados ou expostos. Souza *op cit.* destaca que ao ocorrem variações significativas de umidade relativa do ambiente, o material tenderá a se movimentar, alterando assim o seu volume.

Mascarenhas (1996), em seu estudo sobre “As Variações Dimensionais nos Bens Culturais em Madeira”, quando se refere à umidade, mostra que, após o corte de uma árvore, ocorre uma redução da umidade, quando a mesma é deixada ao ar, e que, nesse processo de dessorção de água, existe um ponto singular chamado umidade de saturação das fibras ( $\mu =$

30%). Ao avançar neste processo de dessorção, a umidade da madeira atingirá o equilíbrio higroscópico, ou seja, a umidade de equilíbrio com a umidade relativa do ambiente. Caso a madeira seja colocada em uma estufa à temperatura superior a 103 °C, por exemplo, ocorrerá o estado anidro, ou seja,  $\mu = 0\%$ . Mascarenhas também descreve o fenômeno de histerese (Gráfico 3), que a madeira está sujeita em relação à sua umidade  $\mu$  e à umidade relativa do ar, ou seja:

[...] para uma determinada umidade relativa, a umidade da madeira será maior, se o processo até aquele nível é de dessorção, do que quando o processo é de adsorção de água. Desse modo, percebe-se que, para avaliar a umidade da madeira em função da umidade do ar, é importante que se tenha o conhecimento de como a umidade variou antes de chegar ao ponto em que se encontra (MASCARENHAS, 1996, p.363).

**GRÁFICO 3 - EXEMPLO DE HISTERESE**



FONTE: Mascarenhas (1996)

Mascarenhas (1996) ainda refere-se à retração da madeira. Quando a madeira atinge o ponto de saturação das fibras ( $\mu = 30\%$ ) e a umidade continua a se reduzir, a madeira sofrerá variações dimensionais, diminuindo assim o seu volume. Caso a umidade volte a aumentar, as dimensões da peça também aumentarão. Portanto, a retratibilidade é a movimentação da madeira que provocará tanto o inchamento quanto o encolhimento, dependendo do ganho ou perda de água abaixo do ponto de saturação das fibras.

Uma vez que ocorre esta tendência ao equilíbrio da umidade dos objetos com a do ambiente em que estão inseridos, para evitar as mudanças dimensionais que poderiam comprometer a sua integridade, é de fundamental importância procurar manter as condições as mais estáveis possíveis, dentro dos limites estabelecidos pela conservação preventiva, sem perder de vista a realidade climática local.

Segundo o *Instituto Canadiense de Conservación* (ICC), o marfim, por ser um material altamente higroscópico, absorve e libera umidade, sendo muito sensível a variações da umidade relativa. Da mesma forma, nas cestarias, variações da umidade relativa provocam a expansão e a contração das fibras. Já o couro, em umidade relativa inferior a 30%, fica mais rígido, menos maleável, tornando-se quebradiço e, quando acima de 65%, o crescimento de microorganismos é estimulado, assim como a degradação hidrolítica de suas fibras (*Instituto Canadiense de Conservación, Notas del ICC 6/1 e 6/2, 1999* ).

Conforme as notas do ICC, os materiais inorgânicos como, por exemplo, o vidro e a cerâmica são menos sensíveis aos extremos ou a variações da umidade quando se encontram em bom estado de conservação. Entretanto, quando o vidro apresentar fissuras muito finas, a umidade deverá ser a mais estável possível para evitar sua deterioração, e as temperaturas extremas poderão causar expansão e contração, provocando rupturas e fendas.

#### 2.4.3 Reações Químicas

Michalski (2003) relaciona três categorias de arquivo de registro com base na sua estabilidade química (Tabela 2), menciona que a degradação química é acelerada a temperaturas mais altas e, em menor grau, pelos níveis de umidade relativa.

**TABELA 2 - ESTABILIDADE QUÍMICA DE MATÉRIAS DE ARQUIVO**

Alta estabilidade química	Média estabilidade química	Baixa estabilidade química
Papel de trapo, pergaminho, papéis alcalinos, a maioria das Fotografias em preto e branco de prata e gelatina etc.	Papéis pouco ácidos, a maioria das Fotografias em preto e branco de prata e gelatina etc.	Papéis muito ácidos, Fotografias mal reveladas, a maioria das Fotografias coloridas, materiais magnéticos etc.

FONTE: Michalski (2003)

Para Ogden (1997), a água é fundamental para a formação de ácidos, mas adverte que, quando ocorre um aumento da temperatura, a consequência é uma aceleração nos processos de degradação.

Uma regra geral estabelece que as reações químicas dobram a cada elevação da temperatura de 10° C. No caso especial da celulose, testes artificiais de envelhecimento indicam que a cada aumento de 5° C quase dobra a taxa de deterioração, mesmo na ausência de luz, de poluentes e de outros fatores (OGDEN, 1997, p.19).

Portanto, quanto mais alta a temperatura, maior será a velocidade das reações químicas. No caso do papel, basicamente são duas as reações químicas que promovem a degradação: a hidrólise e a oxidação.

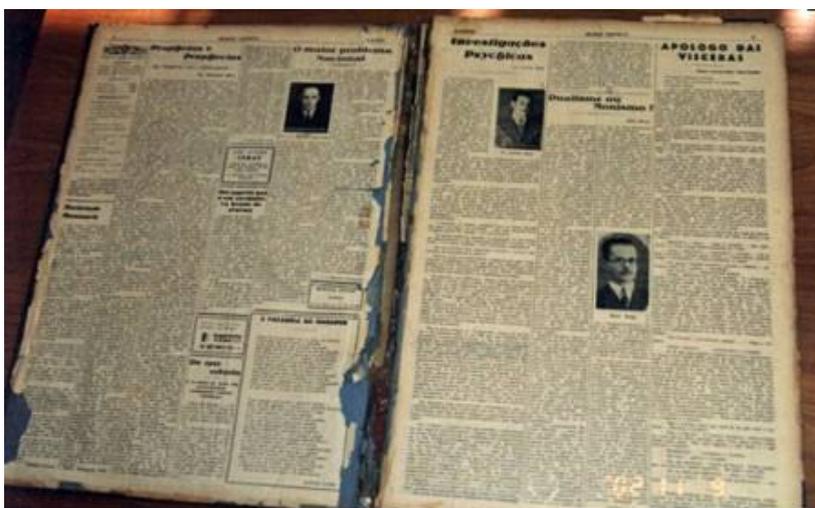
Segundo Sebera (1997, p.11), quando se refere à deterioração da celulose, ressalta que “A taxa de deterioração da celulose por hidrólise está diretamente relacionada ao teor de umidade do papel, que, por sua vez, encontra-se diretamente relacionado ao percentual de umidade relativa da atmosfera em que o papel se encontra”, ou seja, elevados índices de umidade relativa do ambiente aumentam o teor de umidade do papel; conseqüentemente aumenta também a taxa de deterioração pela hidrólise e mais rápida será a deterioração do papel, diminuindo assim a sua permanência, conforme Reilly *et al.* (1997):

A velocidade desta reação, em condições de umidade constante, é governada pela temperatura de forma previsível, segundo regras de cinética química bem estabelecidas. Contudo, esta reação, denominada *hidrólise* (do grego, *hidro* = água e *lysis* = quebrar ou separar), é tal que sua velocidade também depende da quantidade de umidade disponível. Em geral, o teor de umidade de um material orgânico depende da umidade relativa da área de armazenamento e, conseqüentemente, a taxa de degradação por hidrólise lhe é dependente (REILLY *et al.*, 1997, p.30).

Conforme Reilly *et al.* (1997), na ausência de umidade, a segunda reação mais rápida, *oxidação*, predominará. Na oxidação, ocorre uma combinação do material orgânico com o oxigênio do ar. Esta reação comparada à hidrólise é mais lenta.

A UNESCO (1988) afirma que a oxidação é uma transformação, sempre nociva, para as substâncias orgânicas e inorgânicas devido a uma reação com o oxigênio do ar, resultando num papel quebradiço com perda de resistência mecânica das fibras e amarelecimento (Figuras 2 e 3).

**FIGURA 2 - EXEMPLO DE PERIÓDICO. ANO 1930**



FONTE: Restauro & Papel (Curitiba PR)

**FIGURA 3 - EXEMPLO DE DEGRADAÇÃO QUÍMICA EM MANUSCRITO**



FONTE: Restauro & Papel (Curitiba PR)

Uma temperatura extremamente baixa poderá tornar quebradiços, por contração, objetos cujos materiais sejam plásticos ou pinturas. As pinturas acrílicas, por exemplo, tornam-se quebradiças com temperaturas abaixo de 5° C. Temperaturas extremamente altas são prejudiciais aos materiais quimicamente autodestrutivos durante um período equivalente a uma vida humana, tais como: o papel ácido, os filmes de nitrato e acetato, a celulose, os objetos de goma etc. Para Outros materiais que sofrem com alta temperatura (30° C) são os que contêm ceras ou resinas (MICHALSKI 1995).

Segundo Thomson (1986), os fenômenos decorrentes das reações químicas, quando em função de elevada umidade, ocasionam oxidações, descoloração das tintas, enfraquecimento dos têxteis. No entanto, é possível reduzir a velocidade desses processos se houver um controle destas condições.

Existe uma relação direta e proporcional entre temperatura e umidade e a velocidade da reação química. Este par, temperatura e umidade, determinará a velocidade de reação. Recentemente, surgiu nos EUA um novo fator que relaciona a velocidade de degradação às condições de umidade relativa e temperatura, chamado “Índice de Permanência” que será tratado posteriormente.

Os objetos culturais constituídos por materiais inorgânicos, como por exemplo, pedra, metais, vidros, cerâmicas e porcelana, também sofrem processos de degradação em condições ambientais adversas. Os metais, por exemplo, em elevada umidade relativa apresentam corrosão. De acordo com Michalski (1995), os valores de umidade relativa acima ou abaixo

do seu valor crítico afetam os minerais que se hidratam, desidratam ou que produzem deliquescências a uma determinada umidade relativa.

Outra questão que deve ser considerada é que muitos objetos culturais são compostos por mais de um tipo de material, conforme apresentado na seção 2.4.2. Portanto, as condições de umidade relativa devem ser cuidadosamente definidas para evitar que os materiais sofram com o excesso ou a falta de umidade relativa do ambiente.

Segundo Thomson (1986), o valor mínimo de umidade relativa escolhido para os materiais absorventes de umidade (40 a 45%) deverá ser também o máximo para os objetos metálicos instáveis. Índices elevados de umidade desencadeiam também a corrosão em objetos de cobre, de bronze e de chumbo. Para Riedere (1986), a oxidação da prata também ocorre em condições de umidade relativa elevada.

A limpeza dos espaços museológicos é fundamental. De acordo com o ICC, a poeira, por exemplo, além de ser abrasiva, reage com a umidade do ar, acelerando também a degradação química, sem contar que poderá servir de alimento a insetos e ao mofo (Instituto Canadense de Conservación, Notas del ICC 6/2, 1999).

A degradação química não só afeta os objetos que se encontram em espaços fechados, como museus, bibliotecas e arquivos, mas também os monumentos arquitetônicos, o patrimônio natural e esculturas que se encontram ao ar livre em decorrência da chuva ácida. Segundo *The Global Ecology Handbook* (1990), em várias partes do mundo temos exemplos de degradação, como é o caso, por exemplo, das pedras do Partenon em Atenas, que se dissolvem aos poucos, da arquitetura gótica da Catedral de Colônia na Alemanha, corroída aos poucos, do Cristo Redentor no Rio de Janeiro etc.

#### 2.4.4 Biodeterioração

As pesquisas sobre degradação biológica em museus, arquivos e bibliotecas, têm sido consideradas essenciais para o desenvolvimento de novas alternativas que venham nortear uma política de preservação em acervos, visando à estabilidade das coleções.

Segundo Valentin *et al.* (1997), o processo da biodeterioração implica alterações física, química e mecânica dos materiais, sendo que o nível de deterioração dependerá do tipo dos materiais e das condições ambientais nas quais os mesmos estão inseridos. Asseveram ainda Valentin *et al.* (1998) que as taxas de renovação de ar mais elevadas reduzem a proliferação de fungos e bactérias.

Reilly *et al.* (1997) afirmam que as formas biológicas de deterioração dividem-se em três categorias principais: bactérias, fungos e insetos.

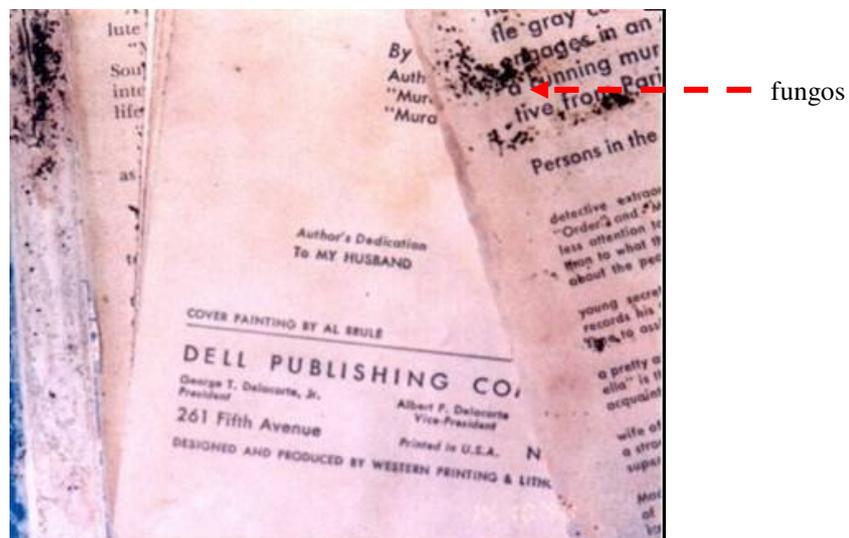
Price (1997) descreve a palavra “mofo” como um termo comum para o crescimento de fungos, e aponta este como sendo uma das mais sérias fontes de danos em materiais de arquivos, bibliotecas e museus.

Segundo Price (1997, p.21), “o mofo crescerá sobre qualquer material orgânico hospedeiro que ofereça nutrientes apropriados, incluindo o papel, adesivos, couro, poeira e sujidades fuliginosas”. Price (*op. cit.*) citam também que alguns tipos de mofo preferem nutrientes como os amidos, gomas e gelatina. Estes nutrientes são considerados mais digeríveis, podendo ser encontrados em encadernações de livros, colagens de papéis etc. Outros mofos, por sua vez, atacam e digerem a celulose que compõe o papel, provocando, além do enfraquecimento, alterações de cor irreversíveis. Estes processos são altamente comprometedores tanto para os objetos quanto para a saúde dos funcionários e consulentes, quando em contato com os mesmos.

O crescimento destes agentes depende de uma interação complexa entre a natureza dos objetos da coleção, as condições de temperatura e de umidade relativa, higiene do ambiente e outros fatores como luz, renovação do ar e prática de manutenção das instalações. Esses fenômenos são acentuados pela interação com as fontes de nutrição, tais como os materiais de origem orgânica como o couro e a celulose correlacionados com calor e umidade.

A Figura 4 mostra um exemplo de degradação por fungos nas folhas de um livro.

**FIGURA 4 - EXEMPLO DE INFESTAÇÃO BIOLÓGICA EM PAPEL**



FONTE: Restauro & Papel, (Curitiba PR)

A Figura 5 mostra um exemplo de infestação por insetos em livros.

**FIGURA 5 - EXEMPLO DE INFESTAÇÃO BIOLÓGICA EM SUPORTE DE PAPEL**



FONTE: Restauro & Papel, (Curitiba PR)

A proliferação de microorganismos que se encontram no ambiente em forma de esporos é favorecida pela umidade relativa acima de 70% em conjunto com uma temperatura superior a 22° C (VICENTE, 1998). Sendo que a umidade elevada do ambiente permite a ativação biológica do esporo, mantendo todas as reações biológicas. Entretanto, faz-se necessário advertir que muitos tipos de fungos poderão também se desenvolver em umidade relativa bem mais baixa, em torno de 45%.

Quanto à temperatura, as espécies de fungos têm preferências distintas, porém a germinação só ocorre entre 0° C e 36° C, sendo 26° C a temperatura ideal (OGDEN, 1997).

Conforme Valentin (1997), os fungos desenvolvem-se facilmente em pH ácido entre 4-6 e umidade relativa acima de 70% a uma temperatura entre 25 a 30°C e as bactérias desenvolvem-se geralmente a um pH de 7-8 a uma temperatura entre 25 e 38°C. Portanto, esta é uma questão fundamental a ser estudada: a relação entre o conteúdo de umidade existente nos materiais e o crescimento de microorganismos, uma vez que muitas espécies de fungos ou bactérias começam a desenvolver-se em função do conteúdo de umidade sobre a superfície de um objeto.

Os fenômenos biológicos, responsáveis por ativações biológicas em todo material de origem orgânica, são provenientes da falta de circulação e renovação do ar e, de umidade e temperatura elevadas, sendo a umidade a base para o crescimento de microorganismos. Costa (1982) enfatiza que a circulação e a renovação do ar têm como finalidade controlar a pureza e

o deslocamento do ar em recinto fechado, sendo que, dentro de certos limites, a renovação do ar também poderá controlar a temperatura e a umidade do mesmo.

Para Ogden (1997), a circulação do ar deverá ser cautelosa e os materiais de papel deverão estar devidamente protegidos, uma vez que a circulação do ar poderá espalhar os esporos e o problema do mofo poderá ser agravado caso os esporos ativos estejam presentes e sejam levados para outras superfícies.

Dependendo das condições ambientais de temperatura e umidade relativa, os esporos podem tornar-se inativos, não prejudicando desta forma o acervo. Além disso, é necessário manter a área de exposição e guarda a mais limpa possível e evitar a entrada de novas colônias ativas através de objetos contaminados.

Os particulados como a poeira, as temperaturas e umidades elevadas e uma circulação de ar insuficiente, propicia o crescimento do mofo. Porém, Price (1997, p.21) afirma que “somente a umidade relativa elevada pode iniciar e sustentar o seu crescimento”, além disso, quando a umidade está abaixo de 70% o mofo pára de crescer, tornando-se inativo ou dormente.

Entretanto, os esporos inativos permanecerão sobre o material hospedeiro, podendo tornar-se ativos quando a umidade elevar-se novamente.

As espécies mais comuns de mofo que atacam materiais de bibliotecas, arquivos, trabalhos artísticos com suporte sobre papel, impressões fotográficas e negativos, germinam e crescem quando a umidade relativa permanece por alguns dias em torno de 70-75%.

Como medida preventiva, recomenda então Price (1997), para o controle do mofo, que a umidade relativa não deve exceder 55% e a temperatura seja constante e abaixo dos 21° C.

Conforme Thomson (1986), é possível evitar o desenvolvimento do mofo com uma umidade relativa inferior a 70%.

Segundo a ASHRAE (1981), a máxima umidade relativa aceitável em ambiente de guarda de acervos é de 75%, no entanto, diversos autores da microbiologia afirmam atualmente que os microorganismos já começam a proliferar-se com umidade relativa acima de 65%.

Segundo o *Canadian Conservation Institute* (Notas del ICC 1/1, 1999), se a umidade relativa for inferior a 65% e houver uma adequada circulação de ar, é pouco provável a ativação de microorganismos. Quanto à temperatura do ambiente, o recomendado é mantê-la abaixo de 25° C. As recomendações sugeridas por este mesmo instituto para o controle biológico são (Notas del ICC 1/1, 1999):

- Observar continuamente as coleções, principalmente se a umidade relativa estiver elevada.
- Localizar os objetos que estejam afetados por fungos e isolar da área de exposição ou guarda.
- Verificar onde é a fonte de umidade do local e procurar eliminá-la.
- Evitar a entrada de novas colônias ativas.
- Evitar o armazenamento dos objetos diretamente contra a parede externa, uma vez que poderão existir vazamentos, infiltrações e condensação.
- Elevar as estantes e armários do chão para evitar contato com a umidade, manter a área de exposição e guarda a mais limpa possível.
- Orientar o pessoal da limpeza para evitar borrifar agentes de limpeza em artefatos.
- Propiciar no espaço renovação do ar; a temperatura e a umidade deverão ser as mais estáveis possíveis.
- A temperatura deverá ser inferior a 25°C e a umidade relativa inferior a 65%.

A umidade é base também para o crescimento de microrganismos na pedra, no vidro e até mesmo no bronze (RIEDERER,1986).

Em 1998, realizou-se na Reserva Técnica de Obras Raras da Biblioteca Pública do Paraná um isolamento de fungos. A pesquisa foi conduzida pela Professora Vânia A. Vicente, do Departamento de Patologia Básica da Universidade Federal do Paraná. Sob sua coordenação, realizaram-se duas coletas nos meses de setembro e novembro em diferentes áreas e local. Foram coletadas amostras de livros, revistas, jornais, estantes e amostras do ar. Após o cultivo do material coletado, verificou-se a presença de uma diversidade de fungos filamentosos com os seguintes resultados. A Tabela 3 apresenta os fungos isolados.

**TABELA 3 - FUNGOS ISOLADOS DO ACERVO DA BIBLIOTECA PÚBLICA DO PARANÁ**

<b>MATERIAL COLETADO</b>	<b>FUNGOS ISOLADOS</b>	<b>DATA DA COLETA</b>
Superfícies de jornais	<i>Cladosporium sp;</i> <i>Trichoderma pseudokoningii;</i> <i>Aspergillus oryzae</i>	setembro de 1998
Capa de livros	<i>Penicillium sp; Verticillium sp</i>	setembro de 1998
Revistas	<i>Cladosporium sp;</i> <i>Fusarium solani</i>	setembro 1998
Estante	<i>Penicillium sp;</i> <i>Cladosporium sp</i>	setembro de 1998
Ar/ambiente	<i>Cladosporium e Penicillium</i>	setembro de 1998
Capa de livros	<i>Cladosporium sp;</i> <i>Trichoderma sp</i>	novembro de 1998
Revistas	<i>Humicola sp</i>	novembro de 1998

FONTE: Curso de Especialização em Conservação e Restauração de Obras sobre Papel UFPR (1998)

O ambiente pesquisado, muito embora freqüentado por estudantes e funcionários, não tinha nenhuma abertura de janelas que permitisse a renovação e a circulação de ar ou ar

condicionado. Este resultado enfatiza a necessidade de se buscar alternativas que venham melhorar o ambiente onde os acervos estão acondicionados, além do devido cuidado com a saúde que os consulentes devem ter quando em contato com acervos comprometidos por infestação biológica.

Deve-se evidenciar, entretanto, que, mesmo quando as instituições utilizam sistemas mecânicos, problemas também podem ocorrer.

Um exemplo em ambiente com ar condicionado, que desencadeou infestação biológica, ocorreu no final de 1996, na Biblioteca de Manguinhos – Fundação Oswaldo Cruz, localizada no Rio de Janeiro. Este incidente biológico provocou a interdição da biblioteca por cinco meses.

Apesar de todos os cuidados com a conservação do acervo, em meados de 1996, surgiram na biblioteca alguns focos de fungos e, no final de 1996, todo o acervo estava comprometido, além das instalações físicas e dos equipamentos. Isto ocorreu em razão de vários fatores. Além de ser verificado na época que o sistema de ar condicionado central não estava mantendo as condições de temperatura e umidade relativa recomendadas, passando então por reparos, foram apontadas como causa deste acelerado processo de infestação as chuvas contínuas de verão e as altas umidades em conjunto com as altas temperaturas registradas na cidade. Além disso, o ambiente permaneceu fechado por alguns dias em virtude dos feriados de final de ano. Foi detectada pelo Departamento de Micologia/ IOP a presença de *Aspergillus e Penicillium*, além de outros fungos. Segundo a empresa de consultoria CONTROLBIO, a falta de ajustes do sistema de ar condicionado impossibilitou a temperatura e a umidade relativa adequadas, sendo este apontado como o principal responsável pela quebra do equilíbrio do ar interno. Foram verificados também problemas com infiltrações e falta de renovação de ar (BORTOLLETO *et al.*, 2002).

Quanto aos insetos, os ciclos de desenvolvimento ocorrem, também, em umidade relativa elevada, entre 60 e 80%. Uma umidade relativa muito baixa pode ser um bom método para o controle dos insetos, porém impossível de se levar na prática.

Segundo Ogden (1986), a temperatura entre 20 e 30° C é ótima para muitos tipos de insetos.

As formas jovens de insetos é que desencadeiam danos irreversíveis através do alimento encontrado nos acervos, tais como: a celulose e a cobertura do papel, o couro das encadernações, as colas, amidos, tecidos, madeira etc.

O ciclo de desenvolvimento dos tipos mais freqüentes podem variar de um mês até três anos. As condições ambientais, além dos tipos de alimentos disponíveis afetarão diretamente este ciclo de desenvolvimento. A temperatura e a umidade relativa ideais para os insetos variam de acordo com o inseto.

Na Tabela 4, de acordo com Halfon (1999), descreve-se o tipo de inseto, temperatura e umidade relativa ideal e tipos de danos causado em acervos.

**TABELA 4 - INSETOS QUE ATACAM ACERVOS**

INSETO	T °C	UR(%)	Danos
Traça ou tisanuro Ordem <i>Thysanura</i>	16 °C a 24 °C	90%	Alimentam-se de colas, provocando erosões superficiais no papel, para tal acabam danificando as capas dos livros e o papel que o recobre para chegar aos adesivos que estão na parte mais interna. Além disso, alimentam-se de têxteis, tais como, rayon, algodão e linho, plantas secas dos herbários e exemplares entomológicos.
Cupim ou térmitas Ordem <i>Isoptera</i>	26 °C a 30 °C	97% a 100%	São responsáveis por grandes estragos em substâncias vegetais, como madeira, papel, têxteis, lã, couro, pergaminho, osso e marfim. Destroem o revestimento de cabos elétricos e telefônicos, provocando curtos circuitos. Pode provocar o desabamento de forros e telhados, atacar portas, pisos e rodapés, causando grandes prejuízos.
Besouro ou broca Ordem <i>Coleóptera</i>	18 °C a 28°C	70% a 90 (%)	As larvas dos besouros alimentam-se de couro, pergaminho, adesivos, papel, artefatos de madeira como mobílias e molduras, osso, sementes, insetos de coleções, lã, inclusive tapetes, condimentos, fibras vegetais, etc.
Piolho de livro	25 °C a 30 °C	75%	Alimentam-se dos fungos que se desenvolvem sobre os substratos e no papel, causando danos superficiais. Podem produzir pequenos orifícios, ocorrendo também em outros materiais, tais como as coleções de insetos, os herbários, mobiliários, estofados com fibras de linho, cânhamo e juta.
Baratas – Ordem <i>Blattariae</i>	25 °C a 30°C	acima de 70%	Produzem erosões superficiais e manchas fortes nos substratos devido as suas fezes. Alimentam-se preferencialmente de amido, adesivos e colas naturais, materiais que contenham proteína, couro e pergaminho, fungos, têxteis e madeira.

FONTE: Tabela adaptada de HALFON (1999)

O recomendável para se evitar os processos de infestações é a realização de vistoria biológica, controle adequado da temperatura e umidade relativa, limpeza e dificultar as entradas mediante o emprego de filtros nos aparelhos de ar condicionado e telas nas janelas.

A Figura 6 mostra um exemplo de degradação biológica por insetos em estrutura de madeira.

**FIGURA 6 - EXEMPLO DE DEGRADAÇÃO BIOLÓGICA EM MADEIRA**



FONTE: Denize Zanini

As condições ambientais locais propiciam uma certa adaptação por parte dos insetos, formando assim grandes populações. Estas populações desencadeiam danos irreversíveis em todos os objetos de origem orgânica. A identificação da presença do inseto e de qual tipo está degradando o acervo poderá ser feita através dos sinais de sua presença.

Cientistas da conservação têm explorado diversas alternativas para o controle biológico, descartando técnicas obsoletas, tais como o uso indiscriminado de pesticidas, que vem comprometer não só os materiais, mas também a saúde dos pesquisadores e dos profissionais que trabalham diretamente com os acervos.

Valentin (1994) chama a atenção dos graves problemas de intoxicação, tanto para as pessoas que aplicam quanto para os que manipulam os objetos tratados com a aplicação de inseticidas e pesticidas. Valentin aponta também o controle de pragas por gases inertes, como tratamento alternativo aos convencionais fumigantes. Acrescenta ainda que a aplicação de sistemas de desinfestação através de método atóxicos permite a salvaguarda das normas internacionais no que se refere à proteção do meio ambiente em relação ao uso indiscriminado de pesticidas e inseticidas de alto risco.

Segundo Ogden (1997), o congelamento controlado tem sido utilizado nos últimos quinze anos por várias instituições que relatam a sua eficiência para tratamento de livros, entretanto, pesquisas sobre este método de controle ainda não estão concluídas. Pinturas, acabamentos em laca, fotografias e marfim, não devem ser congelados, pois as camadas que os constituem poderão se romper.

Halfon (1999) chama a atenção para a maneira de proceder, sendo necessário o uso de congeladores adequados e embalagens apropriadas para os livros que passarão por este processo. Além disso, continua Ogden (1997), a retirada do ar deverá ser o tanto quanto possível, com o auxílio de uma bomba de sucção, para evitar a formação de cristais dentro da embalagem, a qual deverá ser amarrada com cordões para impedir a entrada do ar, tendo o devido cuidado na execução para evitar o risco de condensação dentro das embalagens. Muito embora estes métodos não impeçam a reinfestação biológica, eles exterminam todas as fases de desenvolvimento dos insetos, sem contar que não deixam resíduos químicos nas obras. Este aspecto é positivo para as coleções e também para os usuários, após o tratamento biológico.

Cabe lembrar que todo e qualquer procedimento que atue diretamente com o acervo deverá ser realizado por especialistas na área, para evitar qualquer problema na execução que venha a comprometer o acervo.

Halfon (1999) assevera a importância das medidas preventivas, tais como a vedação de portas e janelas ou instalação de telas de proteção, pois os insetos são atraídos para o interior, em que encontram alimento e locais escuros para se desenvolver sem serem incomodados. Além disso, Halfon (1999) evidencia a importância em se eliminar os problemas decorrentes da umidade na edificação, o controle ambiental e a substituição da iluminação externa por lâmpadas de vapor de sódio, que são menos atrativas aos insetos.

Em climas quentes e úmidos, a proliferação dos insetos é muito maior, sendo necessárias medidas preventivas. Portanto, é necessário destacar que as infestações biológicas estão associadas às condições ambientais e que vistorias periódicas são fundamentais para se evitar reinfestações.

Ambientes com renovação insuficiente do ar, higiene inadequada, sem vistoria biológica constante, em conjunto com os altos índices de temperatura e umidade relativa são ambiente favorável para o ataque dos insetos. Portanto, o grande desafio para evitar as reinfestações são os procedimentos de rotina por parte de toda a equipe de trabalho envolvida com o acervo.

Ressalta-se, novamente, que as condições inadequadas do ambiente desencadeiam processos de degradação nos objetos e de maneira diversificada, sendo fundamental um conjunto de ações para atender as necessidades do acervo.

## 2.5 VALORES DE REFERÊNCIA DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA PARA PRESERVAÇÃO DE ACERVOS

A falta de padrões universais aceitos como parâmetros ambientais na conservação de acervos foi um problema discutido por muitos anos. Um exemplo a ser citado são os parâmetros usuais de umidade relativa, que, para o Brasil, eram os mesmos recomendados para a Europa, entre 50-55%. No entanto, é importante considerar as diferenças climáticas de cada região.

Para Souza (1994) são necessários ainda mais estudos quanto à estabilidade das coleções face às condições climáticas diversas em que as mesmas estão inseridas.

Segundo o ICC, mesmo em se tratando de valores de referência de umidade relativa para diversos tipos de materiais, na prática, determinadas condições são difíceis de alcançar em muitos museus canadenses, devendo-se, portanto, ao menos manter os índices de temperatura e umidade relativa os mais estáveis possíveis, evitando expor os objetos a condições extremas e com rápidas variações (Instituto Canadiense de Conservación, Notas del ICC 6/1, 1999).

É necessário considerar que os objetos tendem a se aclimatar ao local. O que se observa são os processos de degradação quando as condições de temperatura e umidade relativa se apresentam extremas e variáveis. Portanto, segundo Thomson (1986) é imprescindível que se defina quais as condições necessárias e favoráveis de temperatura e umidade relativa para os diversos tipos de objetos, limites máximos e mínimos, para posteriormente decidir quais são a temperatura e umidade relativa mais adequadas para cada ambiente, evitando-se assim os problemas advindos da variação das mesmas.

Deve-se considerar que os objetos museológicos muitas vezes são constituídos de materiais diversos, por exemplo, bengala confeccionada em madeira e metal, azulejo acondicionado em suporte de madeira, livros em papel trapo com encadernação em couro, indumentária com botões em metal etc.

Diante desta diversidade é preciso verificar quais as condições que serão mais propícias ou não, dependendo da natureza de cada objeto, devendo permanecer uma temperatura e uma umidade relativa que, neste caso, se adaptem aos diversos materiais. Sendo

assim, é importante evidenciar que somente através do monitoramento do ambiente em longo prazo será possível determinar as condições climáticas internas (UNESCO, 1988).

Cabe lembrar que acima de 70% de umidade relativa e sem renovação adequada de ar, o desenvolvimento do mofo será inevitável. Já em índices inferiores a 40% desencadeiam-se nos materiais mudanças dimensionais tais como rupturas de fibras, aparecimento de fendas etc. Neste caso, recomenda-se um mínimo de 45% de umidade relativa, devendo permanecer o mais estável possível (THOMSON, 1986).

Conforme o ICC, para os objetos em marfim, osso, chifres etc, tanto em exposição quanto em área de guarda, deve-se ter uma temperatura de até 25°C e uma umidade relativa entre 45% e 55%. No caso de cestarias, a umidade relativa menor que 40% provoca degradação e em condições acima de 60% estimula o crescimento do mofo (Instituto Canadiense de Conservación. Notas del ICC 6/2,1999).

A Tabela 5 apresenta os valores de umidade relativa recomendáveis para cada categoria de objeto, segundo De Guichen (1984, p.4).

**TABELA 5 - UMIDADE RELATIVA RECOMENDÁVEL**

Objetos inorgânicos	metais, pedra e cerâmicas	entre 0% e 45%
Objetos inorgânicos	vidro sensível	entre 42% e 45%
Objetos inorgânicos	fósseis	entre 45% e 55%
Objetos orgânicos	madeira, papel, têxteis, marfim, couro, pergaminho, pinturas, espécimes naturais	entre 50% e 65%
Objetos provenientes de lugares úmidos antes do tratamento	pedra, mosaicos, madeira, cerâmica	a 100%

FONTE: De Guichen (1984)

Observa-se que o controle da umidade relativa tem sido um grande desafio para as instituições, tanto no que se refere aos custos de instalações de sistemas, manutenção e treinamento de pessoal, quanto à economia de energia.

De acordo com Porck & Teygeler (2001) uma opção seria controlar a umidade relativa dentro de vitrines de exibição ao invés de controlar o espaço da sala inteira. É óbvio que esta opção restringida para vitrines não deverá descurar também da conservação necessária e possível de se realizar no seu ambiente de entorno.

Referindo-se aos ambientes climatizados, Michalski (1995) assevera que as flutuações são prejudiciais para a maioria das coleções de museus e, especialmente, àquelas que passaram recentemente pelo processo da restauração.

Ogden (1997) afirma que, na conservação de obras sobre papel, a temperatura e a umidade relativa devem ser moderadas, não devendo variar mais que 2° C para a temperatura e 3% para a umidade relativa em qualquer período de 24 horas, sendo que 2% de flutuação para a umidade relativa ainda seria o preferível.

No entanto, os padrões aceitáveis de temperatura e umidade relativa foram reavaliados nos últimos anos. Geralmente eram consideradas condições ótimas flutuações mínimas de temperatura ( $\pm 2^\circ$  em 24 horas) e umidade relativa ( $\pm 3 - 5\%$  em 24 horas).

Segundo Michalski (2003) atualmente os valores adotados dependerão do tipo específico do material. Entretanto, para se obter parâmetros estáveis com baixas flutuações, é necessário o uso contínuo de equipamentos que permitam atingir a finalidade em manter a temperatura e umidade relativa do ar em níveis constantes e moderados.

Michalski (2003) lembra que a instalação e manutenção de sistemas HVAC (aquecimento, ventilação e sistemas de ar condicionado) são dispendiosas e, dependendo das características da edificação e das especificações do projeto HVAC, poderá ser difícil chegar-se aos valores de referência durante o ano.

Ogden (1997) alerta que o equipamento de climatização não deverá ser desligado ou os ajustes do termostato alterados em hipótese nenhuma, mesmo se as salas estiverem desocupadas.

Em 1999, Stefan Michalski fez parte de um comitê técnico para escrever um capítulo do manual da ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers*) que focalizasse especificamente museus, bibliotecas e arquivos. Um novo sistema para definir padrões ambientais foi apresentado no Capítulo 20 deste manual. Este capítulo destinou-se principalmente para instituições que consideram uma edificação nova ou um sistema HVAC. São descritos os riscos e os benefícios para as cinco principais classes de controle (AA, A, B, C, D). Sendo que, para cada classe os níveis de controle variam desde “AA” com precisão de controle a  $50\% \pm 5\%$  para a umidade relativa e temperatura entre  $15 - 25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ , até a classe “D” no qual a umidade relativa deverá ficar abaixo de 75%.

Desta forma, o que este sistema pretende é identificar os níveis de risco no que concerne aos danos mecânicos e químicos, mantendo o ambiente de armazenamento nos níveis “B”, “C” ou “D” (MICHALSKI, 2003).

Para interpretar esta reavaliação dos padrões ambientais e o seu significado em termos práticos, Michalski (2003) recomenda:

- Um ambiente mais fresco e seco é benéfico para toda a coleção.
- Para uma coleção de materiais diferentes, arquivada em uma única área de armazenamento (com estabilidade química alta, média e baixa, e estabilidade mecânica variável) os itens mais frágeis (materiais magnéticos) definem os requisitos de armazenamento. Portanto, quanto mais fresco e seco o ambiente, melhor, sem descer a temperatura de câmara fria. Um bom meio termo para uma coleção mista seria 45% ± 10% de umidade relativa e uma temperatura entre 18 °C e 20 °C.
- A temperatura poderia ser mais baixa desde que a umidade relativa seja mantida em 45%.
- Para a maioria dos arquivos pequenos com um ou dois espaços para arquivamento, o uso de umidificadores e desumidificadores portáteis é uma opção de baixo custo, para criar e manter 45% ± 10% e 18 °C a 20 °C.
- Conservação em câmaras frias é o único método que assegura o aproveitamento de registros com estabilidade química média a baixa, tais como negativos de acetato de celulose, nitrato de celulose e a maioria das Fotografias coloridas.
- As caixas de arquivos confeccionadas dentro das recomendações da conservação preventiva podem propiciar um micro clima que minimize as variações da umidade relativa externa dentro das caixas.

A Tabela 6 apresenta a deterioração em função de flutuações e de condições de elevada umidade :

**TABELA 6 - DETERIORAÇÃO EM FUNÇÃO DA UMIDADE RELATIVA**

Condições	Fenômenos
Umidade alta e constante, geralmente superior a 75% de umidade relativa	Formação de mofo e manchas de umidade no papel, pergaminho, couro e outros materiais de origem orgânica. Amolecimento das matérias celulósicas e de tipos protéicos, resultando uma manipulação difícil. Corrosão dos metais ferrosos e ligas de cobre (propagação possível do mal do bronze). Movimento de sais (eflorescência) ao interior da pedra e da cerâmica, opacidade do vidro velho. Variações de tensão e expansão dimensional de objetos em matéria celulósica ou protéicas e dos objetos em osso. Condensação superficial por resultados de deterioração através da água.
Umidade baixa e constante, geralmente abaixo de 35% de umidade relativa.	Dessecamento e friabilidade dos objetos em matéria celulósica ou protéica e dos objetos em osso, com redução dimensional e variações de tensão, resultando em manipulação perigosa.
Variações do grau de umidade, particularmente capaz de causar danos com flutuações de 5% de umidade relativa em uma hora ou menos.	Expansão e contração de materiais sensíveis à umidade causados por fadiga, por exemplo: fendas de suportes, empenamento, levantamento e lacunas na pintura ou na decoração. Movimento de sais para a superfície ou no interior da cerâmica e pedra, com rupturas na estrutura e no motivo artístico. Condensação e umidade na superfície em certas condições de temperatura ambiente (quando o ponto de orvalho é alcançado), provocando deteriorações através da água.

FONTE: *La conservation des oeuvres d'art pendant leur transport et leur exposition*

Segundo Michalski (1993), é importante entender que as variações da umidade relativa e da temperatura deveriam ser lentas e graduais, durante semanas e meses.

O monitoramento do ambiente deverá ser contínuo mesmo com a instalação de equipamentos de climatização. A estabilidade da temperatura e da umidade relativa apresenta-se como ponto fundamental para a conservação das coleções, desde que dentro dos parâmetros recomendados pela conservação preventiva. No entanto, novas pesquisas foram realizadas, em que é possível estabelecer pares apropriados de temperatura e umidade relativa sem comprometer obras sobre papel (SEBERA,1997), da mesma forma a pesquisa de Reilly (1997) sobre o Índice de Permanência e o Índice de Efeito Tempo de Preservação, onde está suposto que a temperatura e a umidade atuam em conjunto, acelerando ou reduzindo a deterioração química dos materiais orgânicos.

## 2.6 NOVAS FERRAMENTAS PARA PRESERVAÇÃO

### 2.6.1 Isopermas

Sebera (1997) relata que a perda da resistência do papel através da degradação quimicamente induzida aumenta com a elevação de temperatura e da umidade e que a redução da taxa de deterioração química ocorre com a diminuição da temperatura ou do teor de umidade do papel, ou de ambos, aumentando assim a permanência do papel.

O método das isopermas, desenvolvido por Sebera (1997), permite quantificar o efeito dos fatores ambientais de temperatura e umidade sob a perspectiva de vida útil prevista para coleções em suporte de papel. Com modificações apropriadas, este método poderá ser aplicado a outros materiais higroscópicos, tais como têxteis e pergaminhos. Para a conservação de filmes negativos, o método das isopermas já foi aplicado. Este método pressupõe que a influência da temperatura e da umidade relativa circundante na taxa de deterioração de materiais higroscópicos, como o papel, está diretamente relacionada à perda de sua resistência.

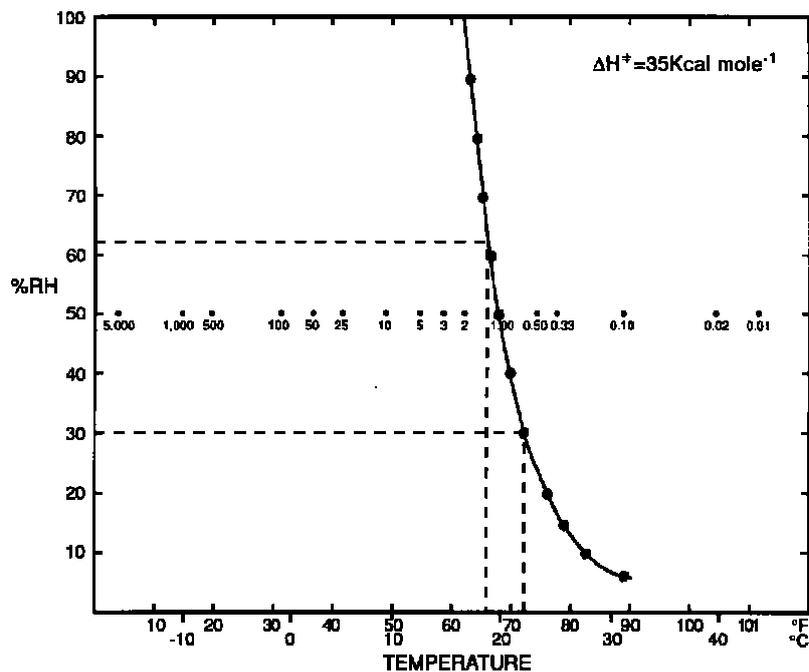
Ainda que a deterioração do papel ocorra em função de vários fatores, o método das isopermas limita-se à perda de resistência associada às reações químicas de hidrólise e de oxidação da celulose, as quais correspondem a 90% dos mecanismos de deterioração do papel. Neste caso, são empregadas taxas relativas de degradação da celulose, baseando-se nos efeitos combinados de temperatura e umidade relativa. Os resultados são apresentados em forma gráfica facilitando assim o seu uso. Sebera (*op. cit.*) exemplifica da seguinte forma:

Considere um papel em equilíbrio com condições iniciais quaisquer de temperatura e umidade relativa, que determinam sua taxa de deterioração e sua permanência. Vamos agora aumentar a umidade relativa para um valor superior; se a temperatura permanecer inalterada, a taxa de deterioração aumentará. Contudo, se nós reduzirmos a temperatura pela quantidade exata, o decréscimo da taxa de deterioração induzida pela temperatura resultante compensará exatamente o aumento induzido pela umidade relativa, de forma que a taxa global de deterioração (e a permanência) mantém-se inalterada, igual àquela sob as condições ambientais iniciais (SEBERA, 1997, p.7).

Com isso, é possível estabelecer um conjunto de pares de temperatura e umidade relativa associados a um mesmo valor de permanência e, quando esses pares são plotados em forma de gráfico, geram uma linha de permanência constante (isopermanência), definida como uma isoperma.

O Gráfico 4 mostra uma isoperma, em que o valor da permanência do papel a 20°C e 50% de umidade relativa é fixado com um valor igual a 1,00.

**GRÁFICO 4 - CONSTRUÇÃO DE UMA ISOPERMA**



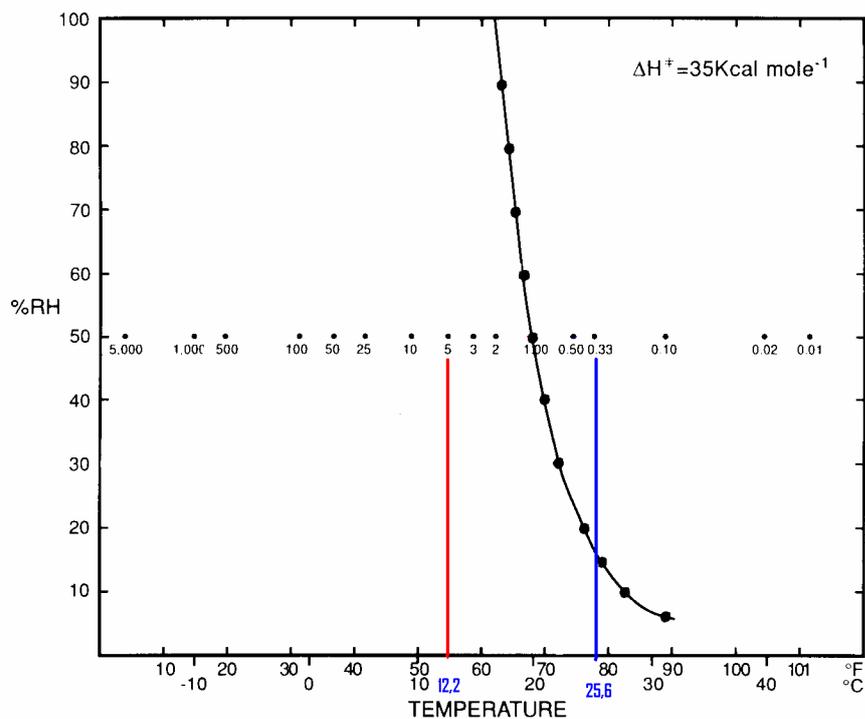
FONTE: Sebera (1994)

O gráfico mostra também outras condições de temperatura e umidade relativa, que determinam o valor de permanência igual a 1,00, originado através de cálculos. Observa-se também no Gráfico 4 uma umidade relativa de 30% e 22 °C de temperatura correspondendo a uma isoperma igual a 1,00. Para Sebera (1997), os pontos correspondentes foram unidos para

gerar uma isoperma de valor igual a 1,00. Valores [relativos] de permanência a 50% e a várias temperaturas são também mostrados. Se um papel sob as condições de 20 °C e 50% de umidade relativa possui uma expectativa de vida de 45 anos, por exemplo, ele terá a mesma permanência sob quaisquer pares de temperatura e umidade relativa ao longo da linha da isoperma de valor 1,00.

O Gráfico 4 também apresenta a temperatura (a 50% de umidade relativa) correspondendo a outros valores de permanência, maiores e menores. Se, este mesmo papel citado no exemplo estivesse nas condições de 12,2 °C e 50% de umidade relativa, corresponderia a isoperma de valor igual a 5. Isso indicaria um fator de correção 5 vezes maior que a isoperma de valor igual a 1,00. Observa-se um aumento significativo na expectativa de vida quando ocorre a diminuição da temperatura. Com isso, este papel com expectativa de vida de 45 anos precisaria de 225 anos para atingir o mesmo estado de deterioração. O inverso também ocorre: se a condição de temperatura fosse 25,6 °C e 50% de umidade relativa, a isoperma correspondente seria de valor igual a 0,33. Isso significa que este papel com expectativa de vida de 45 anos levaria apenas 15 anos para alcançar o mesmo estado de deterioração (Gráfico 5).

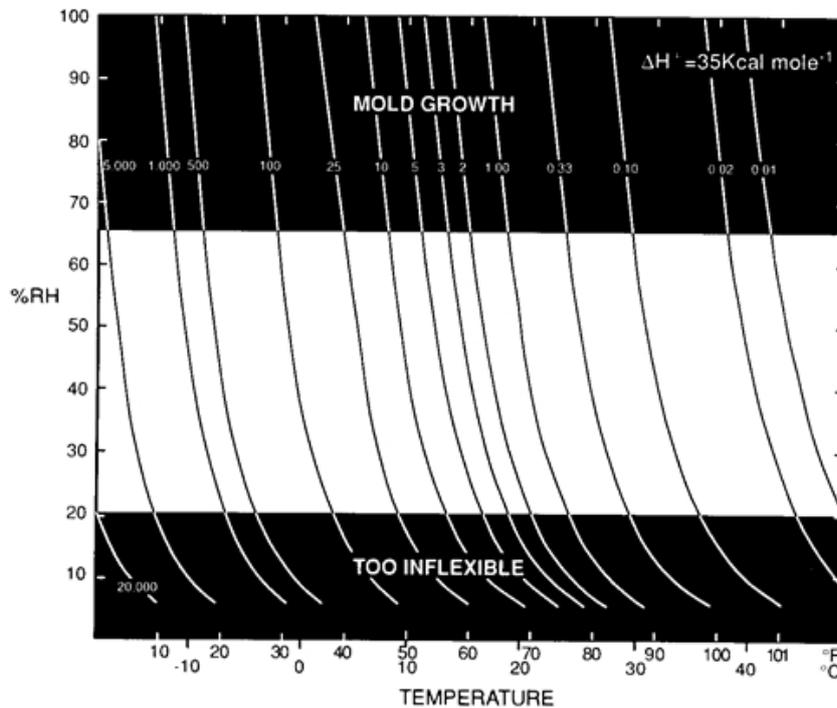
**GRÁFICO 5 – EXEMPLO DE ISOPERMA**



FONTE: Pesquisa

O Gráfico 6 representa o diagrama de isopermas de percentual de umidade relativa versus temperatura, nos quais apresentam as condições ambientais inadequadas para o papel. Acima de 65% de umidade relativa ocorre o desenvolvimento do mofo e o surgimento de *foxing*<sup>7</sup>, abaixo de 20% de umidade relativa, provoca a redução da flexibilidade do papel.

**GRÁFICO 6 - DIAGRAMA DE ISOPERMAS**



FONTE: (SEBERA, 1997)

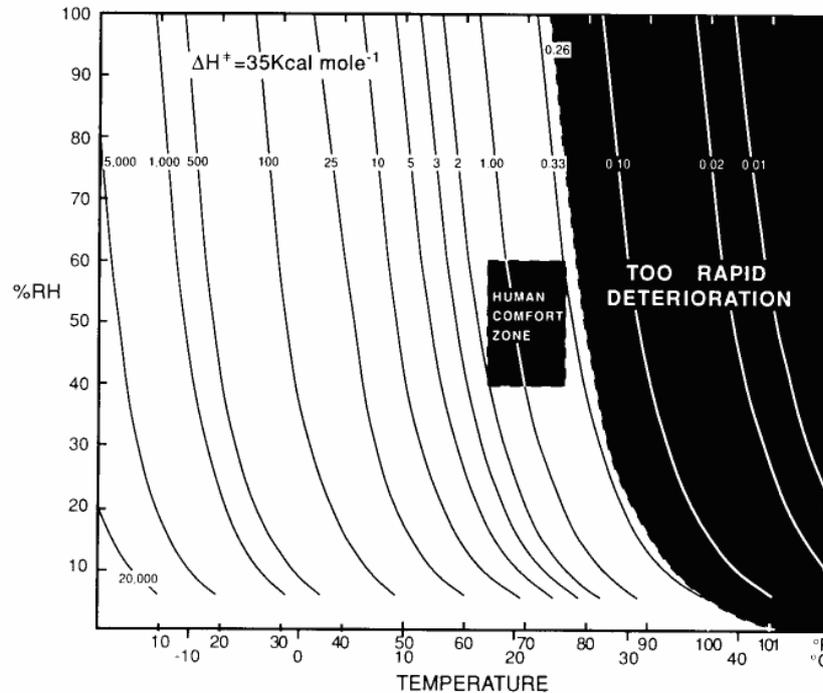
Conforme Sebera (1997), engenheiros de sistemas de climatização, arquitetos e a *Occupational Safety and Health Administration* (Administração de Segurança e Saúde Ocupacional), OSHA (USA), definiram as condições de temperatura e umidade relativa, que proporcionam conforto e segurança aceitáveis para pessoas que trabalham em edifícios.

Tal faixa permite às bibliotecas e arquivos, dotados de bons sistemas de controle ambiental, selecionar e manter condições específicas dentro destes limites.

<sup>7</sup> Foxing (fungo-oxidação) – Considerado, por alguns, uma infecção fúngica que resulta de uma reação química entre os sais ferrosos do papel com alguns ácidos orgânicos produzidos pelos fungos (ROSENFELD, 1997, p.60).

O Gráfico 7 mostra a área rotulada de *zona de conforto humano*.

**GRÁFICO 7 - DIAGRAMA DE ISOPERMAS**



FONTE: Sebera (1997)

O Diagrama mostra condições ambientais em que a deterioração é tão rápida que a permanência do papel passa a ser de, no máximo,  $\frac{1}{4}$  do exemplo dado para as condições de 20 °C e 50% de umidade relativa. Apresenta também valores de permanência relativa associada às condições ambientais, relacionadas à zona de conforto humano (SEBERA, 1997, p17)

O método das isopermas apresentado por Sebera é uma alternativa possível de ser utilizada também em ambientes não climatizados para avaliar o estado de preservação da coleção e determinar quais as modificações necessárias para melhorar este estado.

O monitoramento do ambiente é indispensável. “Se os dados de temperatura e umidade relativa forem transferidos para um diagrama de isopermas (mesmo à medida em que estiverem sendo coletados), poderão ser obtidos padrões de comportamento dos valores de permanência” (SEBERA, 1997, p. 24). Além disso, o uso deste método em ambientes climatizados é de grande valia para se determinar os valores e os ajustes necessários visando à permanência do acervo.

## 2.6.2 Índice de Preservação e Índice de Efeito Tempo para a Preservação

O conceito do Índice de Preservação (IP) foi introduzido em 1995 pelo *Image Permanence Institute* (IPI), para expressar a qualidade de preservação de ambientes de armazenamento para materiais orgânicos.

Conforme Reilly *et al.* (1997), o Índice de Preservação (IP) e o Índice do Efeito Tempo para Preservação (IETP) são determinados a partir da temperatura e umidade relativa, ambientes.

O IP mostra como a temperatura e umidade relativa afetam a taxa de degradação química de materiais orgânicos. A base técnica para o conceito do IP parte de três escolhas a se fazer para a criação do modelo do IP: energia de ativação (dependência da temperatura), valores de tempo e dependência da umidade relativa. Este índice, expresso em anos, permite quantificar a qualidade das condições ambientais de armazenamento e fornecer o tempo após o qual materiais orgânicos, tais como papéis de baixa qualidade, fotografias coloridas, fitas magnéticas e adesivos de encadernações tornar-se-iam muito deteriorados, se a temperatura e a umidade relativa não variassem a partir do momento da medição.

No conceito do IP está suposto que a temperatura e a umidade atuam em conjunto, acelerando ou reduzindo a deterioração química dos materiais orgânicos.

Segundo Reilly (1997) este modelo é baseado em materiais que se tornam deterioráveis em menos de cinquenta anos em condições ambientais internas médias, sendo que pode ser aplicado também para materiais mais estáveis.

O IP não é produzido com a intenção de prever a vida útil de qualquer objeto particular. Ele é simplesmente uma medida conveniente do efeito das condições ambientais existentes sobre a expectativa de vida global da coleção, utilizando como referência materiais com expectativa de vida mais curta (REILLY *et al.*, 1997, p.7).

Portanto, os valores de IP representam aproximadamente quanto tempo um material orgânico instável duraria sob combinações variadas de temperatura e umidade relativa, sendo que esta margem de duração é o tempo necessário para que o material torne-se visivelmente deteriorado, sem que com isso o material orgânico esteja totalmente destruído.

A Tabela 7 de definição de IP, de Reilly, apresentada a seguir é um subconjunto selecionado da extensa tabela de definição. Os valores de IP que se encontram na parte principal da tabela correspondem cada qual a uma temperatura e umidade relativa.

A tabela completa abrange temperaturas de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $66\text{ }^{\circ}\text{C}$  e umidades relativas de 5 a 95% contendo um total de 17.381 combinações distintas de temperatura e umidade relativa. Esta tabela é útil no planejamento de um novo ambiente de armazenamento, além de ilustrar o impacto das condições frias e secas sobre a expectativa de “vida” dos materiais, inerentemente instáveis, das coleções. Também apresenta valores equivalentes de permanência, a partir de uma série de combinações de temperatura e umidade distintas.

Para Reilly *et al.* (1997, p.14), “o objetivo de se estender a vida útil a um custo mínimo é muito mais facilmente alcançável quando se pode negociar valores de temperatura e umidade em função de um proveito máximo”.

**TABELA 7 - DEFINIÇÃO DE VALORES DE IP, SUBCONJUNTO SELECIONADO DA TABELA DE DEFINIÇÃO COMPLETA**

		Temperatura $^{\circ}\text{C}$												
		0	3	6	8	11	14	17	19	22	25	28	31	33
%UR	5	2634	1731	1147	767	516	350	240	165	114	80	56	40	28
	10	2234	1473	979	656	443	302	207	143	99	70	49	35	25
	15	1897	1255	837	562	381	260	179	124	86	61	43	30	22
	20	1613	1070	716	482	328	224	155	107	75	53	37	27	19
	25	1373	914	613	414	282	194	134	93	65	46	33	23	17
	30	1170	781	525	356	243	168	116	81	57	40	29	21	15
	35	998	668	451	307	210	145	101	71	50	35	25	18	13
	40	852	572	387	264	182	126	88	62	43	31	22	16	12
	45	729	491	333	228	157	109	76	54	38	27	19	14	10
	50	624	421	287	197	136	95	66	47	33	24	17	12	9
	55	535	362	247	170	118	82	58	41	29	21	15	11	8
	60	459	312	213	147	102	72	51	36	26	18	13	10	7
	65	394	269	184	128	89	62	44	31	22	16	12	9	6
	70	339	232	160	111	77	54	39	28	20	14	10	8	6
	75	292	200	138	96	67	48	34	24	17	13	9	7	5
	80	251	173	120	84	59	42	30	21	15	11	8	6	4
85	217	150	104	73	51	36	26	19	14	10	7	5	4	
90	187	130	90	63	45	32	23	16	12	9	6	5	3	
95	162	112	79	55	39	28	20	15	11	8	6	4	3	

**VALORES DE IP, EM ANOS**

FONTE: REILLY *et al.*, (1997)

Conforme mostrado na Tabela 7, os valores de IP são determinados através de uma combinação de temperatura e umidade relativa. Observa-se que os valores do IP são elevados quando a temperatura e umidade relativa apresentam-se em condições extremamente frias e secas, contrapondo-se com IP em valores mais baixos quando em condições mais quentes e úmidas.

Para Reilly (1997), uma vez que o IP avalia o impacto de condições constantes e não variáveis de temperatura e umidade relativa sobre a taxa de deterioração química em coleções,

o índice de efeito-tempo para a preservação (IETP) estima o efeito cumulativo ao longo do período de monitoramento, das condições variáveis de temperatura e umidade relativa, sobre esta taxa de deterioração química em coleções.

O IETP é uma média das alterações de valores do IP com o passar do tempo. Se os valores do IP são obtidos a intervalos de tempo regulares, um cálculo recursivo relativamente simples (que é repetido continuamente com novos dados) pode produzir um único número, que expressa precisamente a taxa de deterioração média para o período de tempo investigado. Este número é o IETP (REILLY *et al.*, 1997, p.12).

Segundo Reilly, para a obtenção do IETP não basta a média aritmética simples dos valores do IP; deve-se levar em consideração que “o período de tempo sob más condições reduz a expectativa de vida da coleção em extensão muito maior que o tempo passado sob condições boas “.

Douglas Nishimura, citado por Reilly (1997), elaborou uma equação para calcular recursivamente o IETP, o qual, após os dados de cada intervalo estarem disponíveis, atualiza-se a média sem a necessidade de se armazenarem e somarem os dados de todos os intervalos anteriores. Se todos os intervalos têm a mesma duração, o IETP poderá ser calculado através da seguinte equação (1):

$$IETP_n = \frac{nIETP_{n-1}IP_n}{IP_n(n-1) + IETP_{n-1}} \dots\dots\dots (Eq1)$$

sendo:

n = número total de intervalos de tempo

IETP<sub>n-1</sub> = IETP após o intervalo de tempo n-1

IP<sub>n</sub> = IP medido em “n” de intervalo de tempo

O IETP é uma ferramenta indispensável para se avaliar o impacto que a temperatura e umidade relativa inadequadas têm sobre o tempo de vida química de materiais de origem orgânica. É importante evidenciar que o monitoramento deverá ser abrangente por um período mínimo de um ano, quando o ambiente experimenta variações sazonais, para então ser possível caracterizar adequadamente o IETP.

Correa (2003) avaliou o IP na reserva técnica do Museu Universitário Professor Oswaldo Rodrigues Cabral, localizado na cidade de Florianópolis, durante o período de monitoramento, compreendido entre fevereiro de 2003 e março de 2004. Verificou em sua pesquisa que os melhores IP foram justamente os que obtiveram temperaturas mais baixas. Assevera ainda que o ideal seria diminuir os valores e as amplitudes de temperatura e umidade relativa para se terem ambientes mais estáveis e com maiores índices de preservação.

### 2.6.3 Melhoria das Condições Ambientais em Museus por Insuflamento de Ar

No ano de 2001, iniciou-se uma pesquisa experimental no Laboratório de Meios Porosos do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, em conjunto com o Ministério da Cultura, através da bolsa Virtuose (CARVALHO, 2001). Esta pesquisa foi orientada pelo Prof. Dr. Saulo Güths. A proposta inicial era a realização do monitoramento do ambiente e a instalação de um sistema de insuflamento de ar no Museu Vítor Meirelles, localizado em Florianópolis – SC.

No entanto, foi verificado que a estrutura física do Museu Vítor Meirelles não suportaria a instalação de equipamentos que realizassem o insuflamento de ar, sendo possível apenas o monitoramento do ambiente.

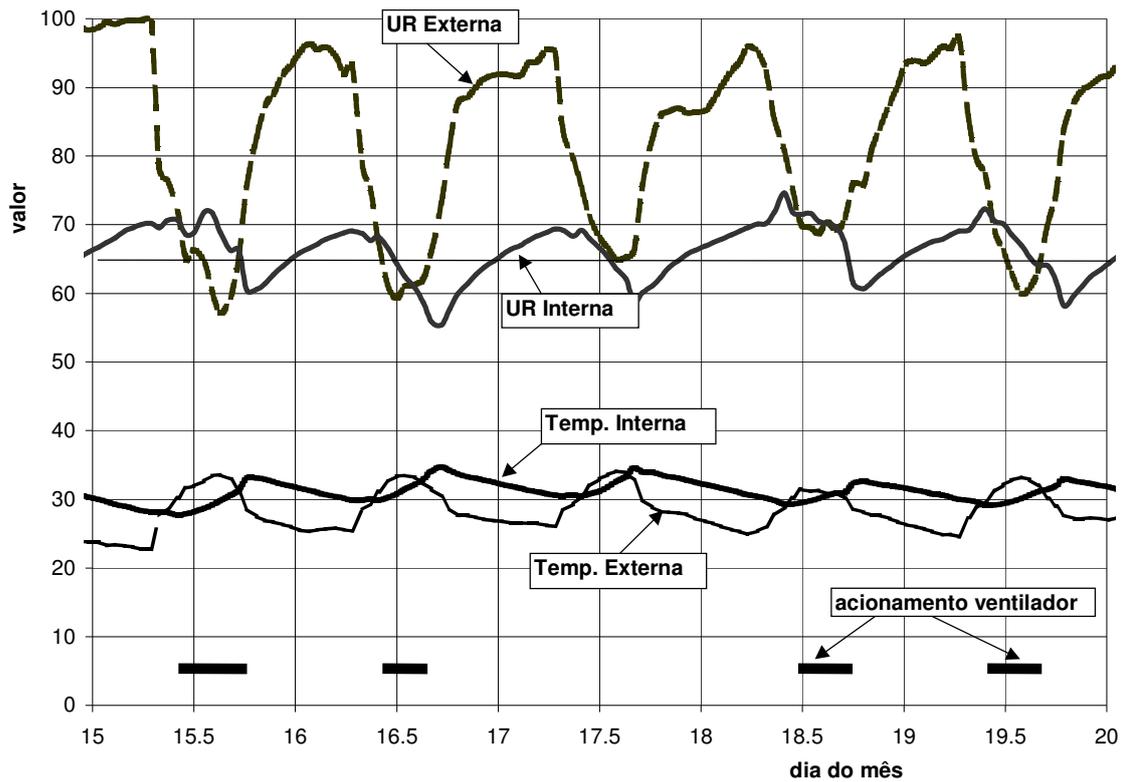
A proposta de insuflamento de ar foi transferida para a reserva técnica do Museu Professor Oswaldo Rodrigues Cabral, localizado na cidade de Florianópolis - SC. Inicialmente, foi instalado nesta reserva técnica o Sistema de Gerenciamento Ambiental (CLIMUS) para o devido monitoramento do ambiente. Este sistema, além de monitorar as condições de temperatura e umidade relativa interna e externa, também foi programado para acionar o sistema de insuflamento de ar que seria instalado na reserva técnica.

O objetivo foi avaliar, a partir do insuflamento de ar externo para o interior da reserva técnica, a estabilidade e a redução da temperatura e umidade relativa internas (CARVALHO, 2001).

Em se tratando da conservação preventiva e sendo a umidade relativa uma das variáveis mais preocupantes no que tange à conservação de acervos, o critério para acionamento do sistema foi pensado a princípio em torno da umidade relativa, ou seja, quando a umidade relativa externa estivesse mais baixa que a umidade relativa interna, o sistema poderia ser acionado. Foi verificado que, para estas condições, o sistema seria acionado durante o período diurno. Entretanto, a umidade absoluta externa aumenta durante o período diurno, como consequência da evaporação, sofrendo uma redução durante o período noturno,

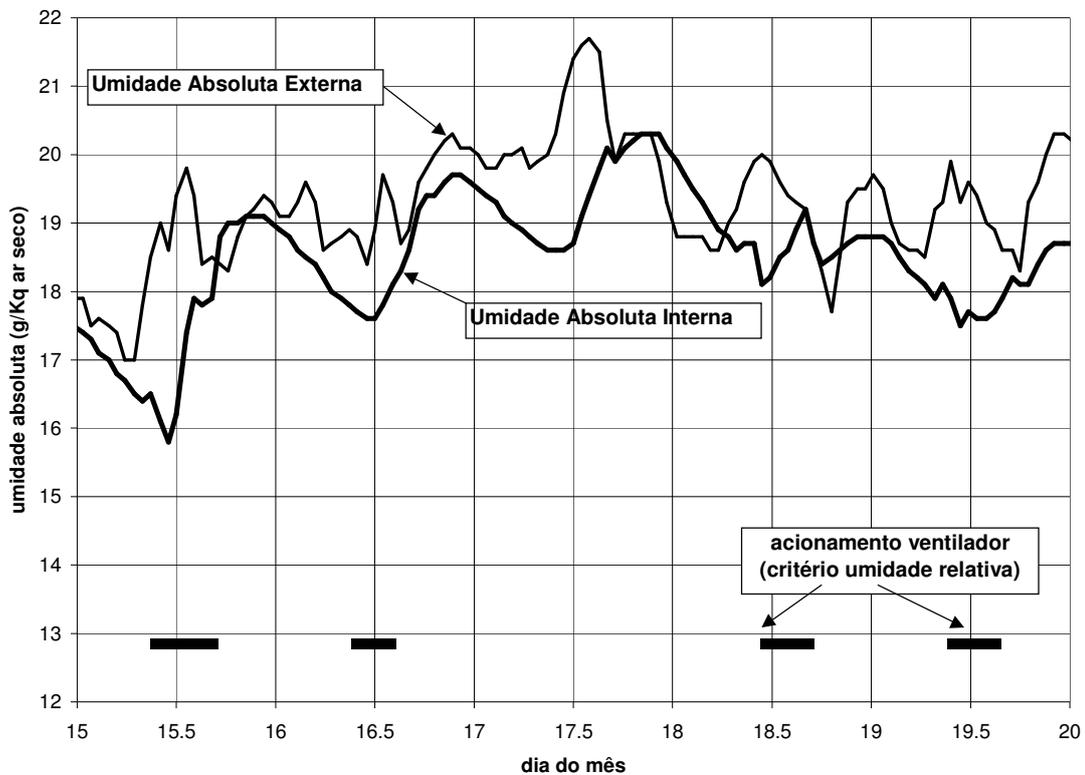
em função da condensação. Se o sistema fosse acionado no período diurno, haveria um acréscimo da umidade absoluta interna, conseqüentemente, com a queda da temperatura no período noturno, haveria um aumento da umidade relativa interna (Gráficos 8 e 9).

**GRÁFICO 8 - TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA INTERNA E EXTERNA EM DIAS DE VERÃO ENSOLARADO**



FONTE: GÜTHS *et al.*, (2002)

**GRÁFICO 9 - UMIDADE ABSOLUTA INTERNA E EXTERNA EM DIAS DE VERÃO ENSOLARADO**



FONTE: GÜTHS *et al.*, (2002)

Verificou-se então que somente o critério “umidade relativa externa versus interna” seria insuficiente para o critério de acionamento a ser adotado. Chegou-se à conclusão que, para este caso analisado, poderia ser viável o insuflamento noturno com reaquecimento, ou seja, o meio exterior seria responsável pela condensação e um módulo aquecedor promoveria a redução da umidade relativa durante o insuflamento. (GÜTHS *et al.*, 2002) constataram nesta pesquisa que o sistema de insuflamento pode reduzir a umidade relativa do ambiente, entretanto é incapaz de manter durante todo o período índices abaixo dos recomendados pela conservação preventiva.

Em continuidade às análises das condições ambientais para insuflamento de ar na reserva técnica do Museu Prof. Oswaldo Rodrigues Cabral, Corrêa (2003), em sua dissertação de mestrado, fez várias correlações avaliando a ocorrência simultânea das condições ideais entre a temperatura e umidade relativa externa e interna, para posteriormente avaliar quais as condições mais favoráveis ao insuflamento de ar. Durante estas análises, foi observado que haveria dificuldade de se conciliar as temperaturas e umidades relativas ideais, tendo em vista o comportamento inversamente proporcional da umidade relativa e da temperatura, ou seja, o aumento da temperatura e a diminuição da umidade relativa e vice-versa. Após estas

correlações, Corrêa (*op. cit.*) indicou algumas das estratégias passíveis de serem utilizadas e respectivas percentagens de tempo de utilização. As estratégias seriam: insuflamento para resfriamento, para aquecimento e para umidificação, desumidificação, aquecimento artificial e refrigeração. Considerou também a possibilidade de nenhum dia de acionamento do sistema de insuflamento. Corrêa (*op. cit.*) também verificou que a umidade absoluta era inversamente proporcional à elevação do índice de permanência (IP), sendo que este índice subia consideravelmente com o decréscimo da temperatura. Desta forma, avaliou os seguintes critérios para acionamento do sistema de insuflamento de ar, sendo:

1. Critério:  $W_{\text{externa}} \leq W_{\text{interna}}$  e  $UR_{\text{externa}} < 75\%$  em  $[g/m^3]$  e  $[\%]$
2. Critério:  $W_{\text{externa}} \leq W_{\text{interna}}$ ,  $UR < 75\%$  e  $T_{\text{externa}} < T_{\text{interna}}$  em  $[g/m^3]$ , em  $[\%]$  e  $[C^\circ]$
3. Critério:  $UR_{\text{externa}} < 75\%$  e  $T_{\text{externa}} < T_{\text{interna}}$  em  $[\%]$  e  $[C^\circ]$
4. Critério:  $UR_{\text{interna}} \leq 75\%$  e  $IP_{\text{externo}} \geq IP_{\text{interno}}$  em  $[\%]$  e  $[\text{anos}]$
5. Critério:  $UR_{\text{interna}} \leq 75\%$ ,  $IP_{\text{externo}} \geq IP_{\text{interno}}$  e  $T_{\text{externa}} < T_{\text{interna}}$  em  $[\%]$ ,  $[\text{anos}]$  e  $[C^\circ]$

Para o primeiro critério, Corrêa (*op. cit.*) observou que, ao insuflar o ar somente com os parâmetros umidade absoluta e umidade relativa, se estaria insuflando uma temperatura acima de  $30\text{ }^\circ\text{C}$ <sup>8</sup>; o que não ocorre com o segundo critério, pelo fato de incluir a temperatura externa inferior à temperatura interna. Comparando-se o segundo e o terceiro critério, foi verificado ser o último o mais eficiente, que exclui a variável umidade absoluta. Na avaliação do quarto critério, ocorre o mesmo problema do primeiro, ou seja, correr-se-ia o risco de insuflar ar externo com temperaturas acima de  $30\text{ }^\circ\text{C}$ . O quinto critério foi considerado por Corrêa (*op. cit.*) o mais eficiente; comparativamente, assemelha-se ao terceiro.

É importante evidenciar que o experimento realizado por Corrêa (2003) é pontual, uma vez que analisou somente a reserva técnica do Museu Universitário, considerando as características construtivas do museu estudado e também as condições climáticas para a cidade de Florianópolis.

Muito embora o experimento de Corrêa tenha descartado o critério “umidade absoluta” para acionamento do sistema de insuflamento de ar, na presente pesquisa optou-se por considerá-la, uma vez que no estudo realizado por Güths *et al.* (2002), descrito no início

---

<sup>8</sup> Condições verificadas em Florianópolis durante o período de monitoramento.

desta seção, verificaram que somente o critério “umidade relativa externa versus interna” seria insuficiente como critério de acionamento de insuflamento de ar para conservação de acervos, devendo analisar também a umidade absoluta.

## CAPÍTULO 3 MATERIAIS E MÉTODO

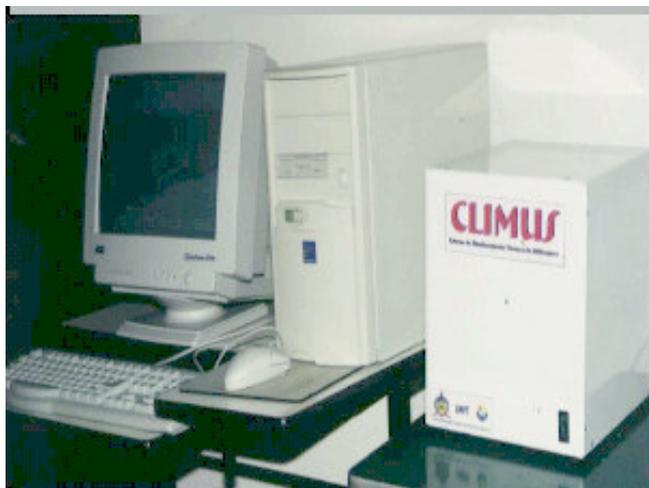
Neste capítulo serão abordados os materiais e a metodologia utilizada para o desenvolvimento da análise das condições ambientais em espaços museológicos e as possíveis alternativas para minimização dos problemas decorrentes do ambiente inadequado.

No que se refere aos materiais, será apresentado o Sistema de Gerenciamento Ambiental – CLIMUS. Este instrumento, utilizado em várias instituições brasileiras desde o ano de 1998, tem a função de monitorar as condições ambientais internas e externas de espaços museológicos. Discorre-se, na continuidade da pesquisa, a metodologia de análise de condições ambientais por meio de equações preditivas e suas aplicações. Na seqüência são descritos os espaços museológicos escolhidos para análise, com suas respectivas características construtivas e funcionais.

### 3.1 SISTEMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL – CLIMUS

O Sistema de Gerenciamento Ambiental CLIMUS (Figura 7), foi desenvolvido no Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termofísicas de Materiais (LMPT), Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina. O LMPT vem participando em conjunto com laboratórios do Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura na área de análise térmica de edificações e conforto humano, além do desenvolvimento da instrumentação.

**FIGURA 7 - SISTEMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL CLIMUS**



FONTE: ABRACOR (2001)

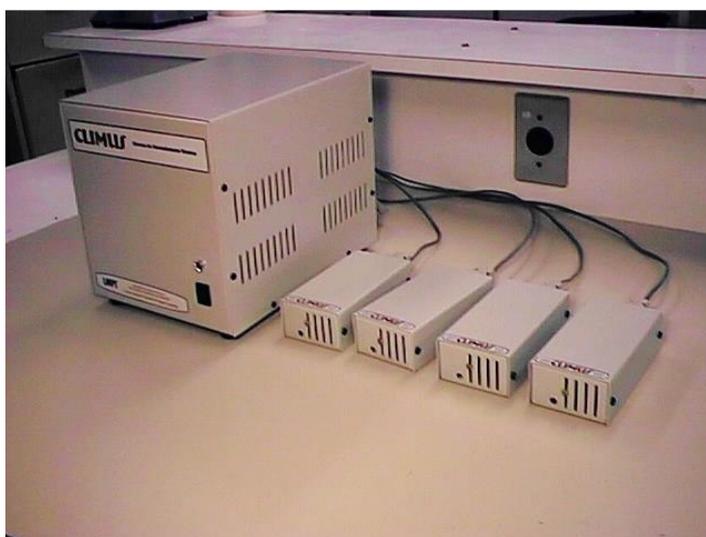
No final de 1997, os responsáveis pelo Museu Histórico de Santa Catarina – Palácio Cruz e Sousa solicitaram a esse grupo de pesquisa um auxílio na análise dessa edificação, revelando a carência e a necessidade de monitoramento das condições térmicas em acervos no Brasil. Surgiu então o CLIMUS. Primeiramente esse equipamento foi instalado no Palácio Cruz e Sousa (Florianópolis – SC).

O Sistema CLIMUS é um sistema de medição e aquisição de sinais montado sobre uma base PC, que permite o controle das variáveis relacionadas com a preservação de acervos.

No Anexo 1 é apresentada a descrição dos dispositivos.

A esse sistema, pode-se conectar sensores analógicos empregados na medição de temperatura e umidade relativa do ar, além de se permitir a expansão do número de sensores conforme a necessidade do acervo, através de adição de placas de aquisição e condicionamento de sinais, podendo-se ainda incluir sensores de luminosidade, radiação ultravioleta, condensação em paredes, qualidade do ar (CO, solventes orgânicos, fumaças), velocidade do ar, detectores de incêndio, sensor de presença etc (Figura 8).

**FIGURA 8 - SENSORES DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA**



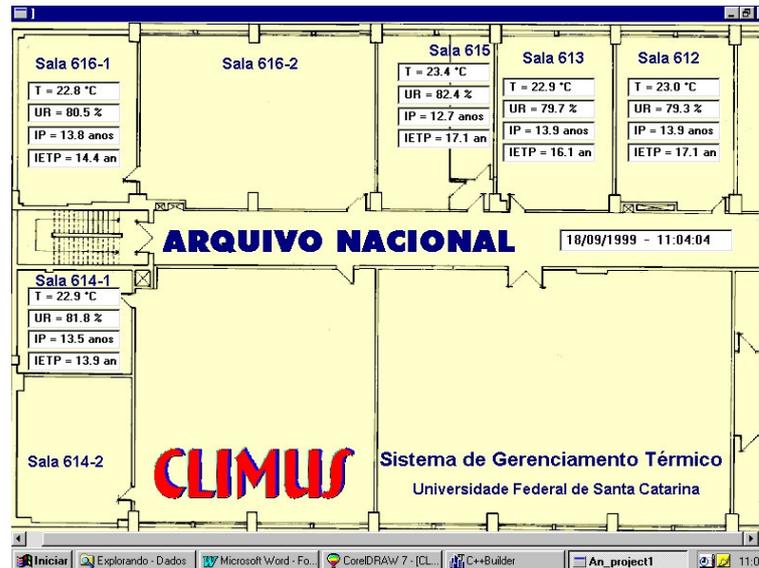
FONTE: ABRACOR (2001)

É composto de 3 (três) programas que utilizam o sistema operacional Windows 95, 98 ou NT, a seguir:

- 1) CLIMUS-AQUIS - Responsável pela aquisição dos sinais dos diversos sensores e visualização na tela em tempo real. Os dados coletados pelos sensores são

registrados automaticamente no disco rígido do microcomputador e apresentados para visualização na sua tela, de acordo com a planta baixa do museu monitorado (Figura 9).

**FIGURA 9 - TELA DO PROGRAMA CLIMUS-AQUIS**



FONTE: (GÜTHS, 2000)

Ao reiniciar o computador, abre automaticamente na tela, realiza a aquisição e grava os valores adquiridos em arquivos do tipo “txt”.

Os dados são adquiridos e arquivados em três tipos de arquivos:

- Arquivos mensais com dados em médias horárias (**mês**).
- Arquivos anuais com dados em média de 6 em 6 horas (**ano**).
- O arquivo completo, com gravação dos dados em médias de 6 em 6 horas ( **global . tot** ).

Para esta pesquisa, utilizou-se o arquivo mensal com dados em médias horárias.

O CLIMUS possui características que permitem realizar o cálculo do Índice de Preservação (IP) e o Índice de Efeito Tempo para a Preservação (IETP); esses índices são calculados e registrados em conjunto com dados de temperatura e umidade relativa adquiridos no ambiente monitorado. O IP e o IETP referem-se à expectativa de vida útil das coleções de origem orgânica, sujeitas à degradação por hidrólise ácida e oxidação, face às condições de temperatura e umidade a que estão sujeitas.

Pode-se escolher quais os parâmetros que se pretende analisar em cada ambiente, tais como: temperatura, umidade relativa, IP e IETP. O gráfico é gerado automaticamente.

2) CLIMUS-VISUAL - Este programa auxilia na montagem de gráficos para visualização e tratamento dos dados já adquiridos. Os dados são analisados através do software Microsoft Excel.

3) Acesso Remoto - Software VNC

Através deste programa é possível acessar o computador onde o CLIMUS está instalado. O que permite um acompanhamento à distância e em tempo real, via Internet ou Fax-Modem.

No que se refere ao controle do clima interno dos museus, é possível adicionar no Sistema CLIMUS módulos que permitem acionar equipamentos de condicionamento de ar, ventilação forçada e desumidificadores, controlando de forma automatizada a umidade relativa do ambiente.

Uma instituição de grande ou pequeno porte poderá ter suas condições climáticas internas diferenciadas de acordo com as características de cada ambiente, assim como em função da localização geográfica da edificação, das características construtivas, geralmente não apresentando o mesmo comportamento as diversas salas de um mesmo museu. Algumas salas são mais úmidas, enquanto outras mais secas, o que pode indicar quais serão as mais adequadas para a conservação. Sendo assim, é importante conhecer este comportamento, delimitando as diversas áreas quando estas apresentam umidade variável ou umidade estável.

Neste contexto para se poder fazer um diagnóstico adequado é necessária a realização de um monitoramento contínuo do ambiente abrangendo todas as salas. Em virtude de o equipamento CLIMUS ter sido desenvolvido com finalidade específica de monitorar espaços museológicos, sendo disponibilizado os dados coletados, por parte de algumas instituições, este equipamento foi escolhido para nortear a base de dados necessários utilizados nesta pesquisa. É importante evidenciar que muitas instituições possuem sistema de monitoramento do ambiente, entretanto nem sempre estão preparadas para a realização de análises a partir dos dados coletados ao longo do período de monitoramento. Somente a partir de uma análise contínua do comportamento climático de cada sala monitorada, poder-se-á realizar um diagnóstico coerente com a realidade e discutir as alternativas viáveis e possíveis para a melhoria das condições ambientais quando inadequadas para as coleções do acervo. A seguir, a Tabela 8 apresenta as instituições brasileiras atualmente monitoradas pelo CLIMUS.

**TABELA 8 - INSTITUIÇÕES MONITORADAS PELO CLIMUS**

<b>Instituição</b>	<b>Tipo de acervo</b>	<b>Climatização</b>
Arquivo Nacional – Rio de Janeiro/RJ	Bibliográfico e Arquivístico	sim
Arquivo Central - SIARQ - UNICAMP CAMPINAS/SP	Bibliográfico e Arquivístico	sim
Arquivo Edgard Leuenroth UNICAMP - CAMPINAS/SP	Bibliográfico e Arquivístico	sim
Arquivo Público Municipal de Belo Horizonte - MG	Bibliográfico e Arquivístico	sim
Arquivo da Biblioteca da Assembléia Legislativa do Rio de Janeiro /RJ	Bibliográfico e Arquivístico	<b>não</b>
Arquivo Municipal de Joinville - Joinville/SC	Bibliográfico e Arquivístico	<b>não</b>
Arquivo Público do Paraná - Curitiba/PR	Bibliográfico e Arquivístico	sim
Biblioteca do Clube Pinheiros - São Paulo/SP	Bibliográfico e Arquivístico	sim
Casa França-Brasil (RJ)	Belas Artes e exposições	sim
Casa Andrade Muricy - Curitiba/PR desativado	Belas Artes	<b>não</b>
Cinemateca Nacional - São Paulo/SP	Multimídia	<b>não</b>
Capela Cônego José Ernser - Rio Negro / PR	Pintura Mural e mobiliário	<b>não</b>
Museu de Arte Sacra - Salvador/BA	Mobiliário, belas artes	sim
Museu do Índio - Rio de Janeiro/RJ	Arqueológico	sim
Museu Imperial - Petrópolis/RJ	Belas Artes, Mobiliário	<b>não</b>
Museu Cruz e Sousa - Florianópolis/SC	Belas Artes e Mobiliário	<b>não</b>
Museu Victor Meirelles - Florianópolis/SC	Belas Artes	<b>não</b>
Museu Histórico Abílio Barreto – B. H./ MG	Obras sobre papel, Bibliográficos e Arquivísticos	sim
Museu Universitário UFSC Florianópolis/SC	Arqueológico e Obras sobre papel	<b>ventilação forçada</b>
Museu Antropológico Diretor Pestana - Ijuí/RS	Arqueológico, Bibliográfico e Arquivístico	sim

FONTE: GÜTHS (2002)

Os espaços estudados foram a Capela Cônego José Ernser, localizada na cidade de Rio Negro – PR, a SALA 202 - Reserva Técnica do Arquivo Público Mineiro, localizado na cidade de Belo Horizonte MG e a Sala Estúdio Imperial do Museu Imperial em Petrópolis – RJ. Através dos dados coletados pelo CLIMUS, equações preditivas (GIVONI, 1998) foram desenvolvidas com a finalidade de se verificar a viabilidade ou não da ventilação forçada, visando melhorar as condições de conservação dos acervos nestes espaços estudados. Com relação à Sala Estúdio Imperial, apenas visitas técnicas foram realizadas pela autora desta pesquisa. Equações preditivas não foram geradas para esta sala pelo fato da instituição estar fazendo somente o monitoramento das condições ambientais internas. Este fato impossibilitou a realização de análises ambientais.

### 3.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS POR MEIO DE EQUAÇÕES PREDITIVAS

No verão de 1993, foi realizado um estudo em duas edificações-teste, não habitadas, localizadas em Pala, sul da Califórnia.

A princípio, o principal interesse era verificar os efeitos de massa térmica e de ventilação natural noturna, visando melhorar as temperaturas durante o dia e as condições de conforto, sendo escolhida como principal critério para a avaliação do desempenho dos edifícios em questão a temperatura máxima interna e sua redução sob a máxima externa. Segundo Givoni (1998) estas edificações, com aproximadamente 23 m<sup>2</sup>, tinham o mesmo coeficiente de perda de calor, entretanto com níveis de massa diferentes.

No começo da pesquisa, relata Givoni (1998 e 1999), os telhados e as paredes foram pintados com cores escuras. Posteriormente, na segunda fase, iniciada em agosto de 1994, os telhados e as paredes das células teste foram pintados de branco.

O monitoramento do ambiente dessas edificações seguiu as seguintes condições:

a) Com as células-teste na cor escura, foram avaliados os efeitos de:

- janelas fechadas e sem sombreamento;
- janelas fechadas e sombreadas;
- janelas fechadas e sombreadas durante o dia, abertas à noite e o ambiente ventilado com um ventilador à baixa velocidade.

b) Com a cor branca, as células-teste foram testadas com:

- janelas fechadas, sombreadas e com ventilação natural noturna.

Os dados climáticos foram adquiridos com sensores de monitoramento a partir das condições externas e da temperatura interna.

Os dados monitorados externamente abrangeram: a temperatura do ar ambiente (TBS), a umidade relativa, a velocidade e direção do vento e a radiação solar global horizontal.

Já as temperaturas internas foram medidas em quatro pontos a uma altura de um metro; temperatura de Globo em dois pontos a um metro de altura; temperaturas de superfície das paredes internas em seis pontos centralizados nas paredes e temperaturas de teto em dois pontos nos centros dos quartos.

Dos dados internos, foi considerada a média dos quatro sensores de temperatura. O intervalo das medidas tomadas foi de 10 segundos, as médias sendo calculadas a cada seis minutos.

Todos os dados obtidos foram transferidos para o Laboratório de Energia da UCLA (University of California, Los Angeles), através de um modem.

Sob diversas condições de sombreamento, ventilação natural e cor do envelope, através da análise da relação entre a temperatura máxima interna e os vários parâmetros externos, Givoni (1998 e 1999) verificou que a melhor correlação observada nos resultados dos experimentos nas células teste foi entre a temperatura média externa e a máxima interna.

Conforme Givoni (1998), estas observações foram expressas matematicamente, em que a temperatura máxima interna diária pode ser predita pela equação (2):

$$T_{in(max)} = GT_{med} + DelT + k_1(T_{med} - GT_{med}) \dots\dots\dots(2)$$

E, na equação 3, com o acréscimo da radiação solar diária (GIVONI, 1999):

$$T_{in(max)} = GT_{med} + DelT + k_1 * (T_{med} - GT_{med}) + k_2 * Solar \dots\dots\dots(3)$$

A Tabela 9 a seguir especifica as nomenclaturas:

**TABELA 9 - NOMENCLATURAS**

$T_{max}$	Temperatura máxima interna do dia analisado
$GT_{med}$	Temperatura média externa do período analisado
$DelT$	Elevação média da temperatura máxima interna sobre a média da temperatura externa. Seu valor depende da massa térmica, sombreamento e condição de ventilação natural.
$T_{med}$	Temperatura média externa do dia analisado
$k_1$	Relação entre a variação diária da temperatura máxima interna e a variação da temperatura média externa, dependendo do nível de massa térmica da edificação.
$k_2$	Constante expressando os efeitos das mudanças diárias de radiação solar
$(T_{med} - GT_{med})$	Parâmetro que descreve as variações de dia para dia na temperatura média externa.
$Solar$	Radiação solar total diária horizontal

FONTE: GIVONI (1998 e 1999).

Como a equação de predição foi baseada em parâmetros gerais do clima e como as características climáticas em Pala, durante o período de monitoramento, foram muito variáveis, a fórmula poderia ser aplicada em outras condições climáticas (GIVONI, 1998).

Outra observação importante é que os dados de radiação solar total diária, somados diariamente, foram pouco significativos à precisão de predição, evidenciando, assim, a possibilidade da aplicação da fórmula com um mínimo de dados climáticos (GIVONI, 1999).

### 3.2.1 Aplicação do Método de Predição em Moradias Ocupadas

O método de predição desenvolvido por Givoni (1998) em células-teste sem moradores foi aplicado em Descalvado – SP, só que em residências ocupadas, para verificar se o mesmo formato das equações poderia ser empregado em outros contextos. Isto representa um diferencial a mais na pesquisa, uma vez que, em moradias ocupadas, os moradores têm completa liberdade para modificar as condições de temperatura interna em função das suas necessidades.

Foi realizado então, por Silva (2001), o monitoramento da temperatura interna em duas moradias de baixo custo na cidade de Descalvado, nos períodos de 2 a 11 de setembro e de 9 a 18 de outubro de 2001.

Após a geração das equações, o monitoramento foi retomado de 18 de novembro a 13 de dezembro do ano de 2001, para validação das equações. Estas moradias, com aproximadamente 50 m<sup>2</sup>, eram divididas em cinco cômodos, sendo dois quartos, sala, cozinha e banheiro.

As características construtivas eram: chão em concreto, paredes de concreto com 15 cm de espessura e cobertura com telhas de cerâmica. Não possuíam nenhum tipo de condicionamento mecânico, respondendo diretamente às condições climáticas externas. Habitavam quatro pessoas em cada casa, ou seja, o casal e dois filhos. O ritmo dos residentes de ambas as moradias se assemelhava, os maridos trabalhavam fora, as crianças estudavam uma na parte da manhã e outra na parte da tarde e as esposas permaneciam em casa.

Os dados do monitoramento foram coletados e remetidos a Givoni com o objetivo de aplicar análise semelhante à desenvolvida nos ambientes não ocupados de Pala, Califórnia.

De acordo com Givoni & Vecchia (2001) foi verificado então que equações preditivas para as temperaturas internas poderiam também ser aplicadas em moradias ocupadas, independentemente das interferências dos moradores.

Nesta fase da pesquisa, as equações preditivas não levaram em conta as propriedades das edificações, no entanto cada tipo de edificação deverá ser considerado separadamente, uma vez que cada qual tem suas próprias características térmicas.

Também no ano de 2001 e anteriormente, em 2000, Dumke (2002) monitorou em Curitiba – PR a temperatura interna de 18 moradias de baixo custo, construídas com diferentes materiais. Estas medidas foram tomadas durante o período de inverno e verão.

A metodologia utilizada no desenvolvimento das equações por Krüger & Givoni (2004), foi a mesma realizada na análise de dados no estudo de Vecchia, consistindo num primeiro momento em verificar qual é o parâmetro interno de interesse e qual parâmetro do clima externo poderia melhor servir como base na predição (GIVONI *et al.*, 1999).

Foram então geradas equações para três destas habitações. Todas as moradias analisadas por Dumke (2002) estavam habitadas e não dispunham de sistemas de resfriamento e nem aquecimento.

A proposta era verificar se somente com os dados de temperatura externa e com uma única fórmula seria possível prever as temperaturas internas sob condições climáticas diferentes.

Em virtude das propriedades térmicas serem diferentes, sendo as moradias ocupadas por pessoas com ritmos também diferentes, as equações para a temperatura interna máxima, média e mínima de todas as moradias tiveram que ser desenvolvidas separadamente. Neste estudo, foi também utilizado o software francês COMFIE de simulação de desempenho térmico de edificações para as moradias monitoradas. O objetivo foi comparar os resultados das simulações térmicas com as equações de predição. Os resultados alcançados com ambos os métodos, simulação e predição, foram semelhantes (KRÜGER & GIVONI, 2004).

Fernandes (2005), através das equações preditivas estimou as temperaturas internas (máxima, média e mínima) dessas mesmas moradias.

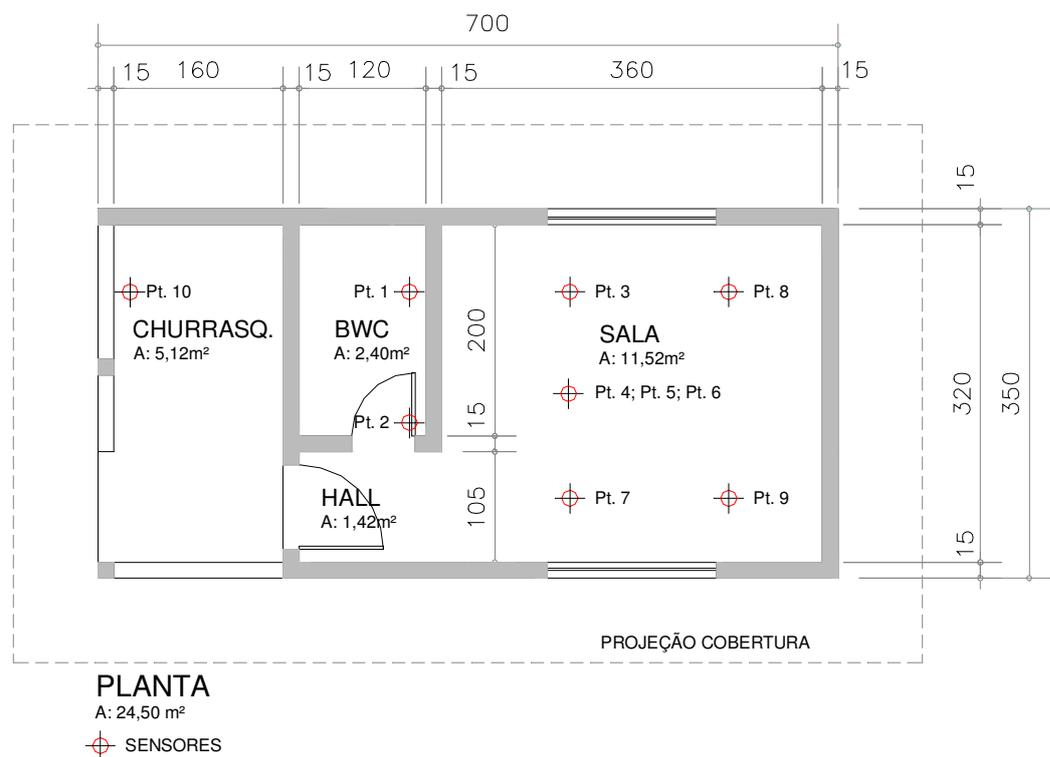
A partir das equações obtidas, Fernandes fez comparações com resultados obtidos a partir de outras metodologias, quais sejam: o método, dois períodos descritos por Cheng (2004) e o método, duas regressões descrito por Givoni (1999).

Verificou-se a correlação entre os dados estimados e os medidos para cada método, comparando-se os resultados. Estudaram-se as diferenças verificadas, concluindo que as estimativas são fortemente afetadas pelos usuários das edificações.

### 3.2.2 Aplicação do Método de Predição a um Protótipo Habitacional Construído com Material Alternativo

Krüger (2003) gerou equações preditivas para avaliar o desempenho térmico de um protótipo habitacional de 15m<sup>2</sup> de área interna (Figura 10), construído a partir de blocos ISOPET.

**FIGURA 10 - PLANTA BAIXA DO PROTÓTIPO**



FONTE: (KRÜGER *et. al*, 2003)

Estes blocos foram desenvolvidos no Departamento de Construção Civil do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.

Os blocos foram confeccionados em concreto leve com EPS (Isopor) em seu interior, no qual são utilizadas garrafas plásticas inteiras e tampadas, posicionadas na vertical ou na horizontal. Apresentam encaixes laterais, dispensando a utilização de argamassa para uniões entre blocos.

Segundo Krüger *et al.* (2003), para a confecção deste protótipo, foram retirados do meio ambiente 875 garrafas plásticas de 2 litros do tipo PET e 17m<sup>3</sup> de EPS, resultando em 365 blocos.

Para diminuir a absorção da umidade do solo, foram utilizadas raspas de pneu, aplicadas como parte do agregado miúdo na execução do contra-piso.

As temperaturas e umidades do ar, internas e externas, foram monitoradas no inverno e verão de 2002, sendo utilizados para tal os aparelhos *data-loggers* do tipo HOBO.

Através dos dados de monitoramento, foram geradas equações preditivas.

Para isto, foi verificado primeiramente qual parâmetro da temperatura externa poderia servir de base para a predição. A partir dessa análise, as equações para o protótipo foram geradas segundo o formato da equação (2), apresentada na seção 3.2, para a mínima, a média e a máxima internas diárias.

Com as equações geradas, Krüger (2003) avaliou o desempenho térmico do protótipo para condições climáticas diferentes do período de monitoramento, considerando sua aplicação em 11 cidades brasileiras. Para tal, foi utilizado o Ano Climático de Referência (TRY) de cada cidade. Mostrou-se, assim, para qual cidade brasileira este sistema construtivo melhor se adaptaria.

Os resultados alcançados demonstraram que, através do uso das equações preditivas, é possível efetuar uma avaliação de desempenho térmico considerando outras condições climáticas além das originais.

Conforme Krüger (2003):

Desta forma, uma vez que se disponha de informações climáticas quanto à temperatura do ar em diversas localidades do território nacional, é possível avaliar o desempenho de habitações populares, devidamente monitoradas e para as quais se determinou tais equações, considerando-se dados climáticos diversos. No caso brasileiro, onde sistemas construtivos destinados à habitação popular são adotados indiscriminadamente em regiões de condições climáticas distintas, as equações preditivas podem contribuir para uma melhor adequação climática das mesmas, contribuindo para melhores padrões de habitabilidade da população de baixa renda. (p.255)

### 3.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DAS EQUAÇÕES PREDITIVAS EM ESPAÇOS MUSEOLÓGICOS

Através das equações preditivas é possível estimar temperaturas e umidades para avaliar o desempenho térmico de construções diversas. Estas equações são baseadas apenas nas temperaturas externas e internas, dispensando grande quantidade de dados para realizar tais análises de desempenho.

Em espaços museológicos, além da preocupação com a questão do conforto humano, é

preciso considerar se o ambiente é favorável também para a conservação dos objetos culturais.

Os fatores de degradação de acervos são decorrentes da temperatura e umidade inadequadas. Portanto, a idéia de aplicar uma metodologia de predição em espaços museológicos, usada até então para avaliar o desempenho de edificações, poderá ser útil. Esta idéia surgiu da necessidade de se verificar a eficácia do uso do insuflamento do ar externo para o interior do museu, visando amenizar as condições adversas do ambiente, procurando-se definir através das análises os períodos do ano mais adequados à consecução do mesmo.

Conforme Givoni (1998), o processo de desenvolvimento de equações preditivas para a temperatura ocorre a partir da análise do padrão de relação entre a variável dependente de interesse, neste caso, a temperatura interna, e as variáveis independentes que podem alterá-la, como, por exemplo, a temperatura externa e a média das diferenças diárias entre externa e interna.

Para o desenvolvimento de equações preditivas nos espaços investigados, além de serem utilizados dados horários de temperatura, foram também utilizados dados horários de umidade relativa interna e externa dos locais monitorados. Estes dados horários foram transformados em dados diários.

Normalmente, ocorre que as condições climáticas do ambiente interno são diferentes das variações externas. Desta forma, a relação básica entre os parâmetros de temperatura foi expressa através da seguinte equação (4):

$$T_{int} = (GT_{ext} + DelT) + (b * (T_{ext} - GT_{ext})) \dots\dots\dots(4)$$

Sendo:

**TABELA 10 - NOMENCLATURAS**

$T_{int}$	Temperatura interna do dia analisado
$GT_{ext}$	Média da temperatura do período analisado
$DelT$	Diferença entre a média interna e a média externa
$b$	Relação das mudanças diárias
$T_{ext} - GT_{ext}$	Diferença entre a temperatura externa diária e a média da temperatura externa do período analisado

A partir do estudo realizado por GÜTHS *et al.* (2001), foi verificado que somente o critério “umidade relativa externa versus interna” a ser considerado para o acionamento do sistema de insuflamento de ar, seria insuficiente para a conservação de acervos, devendo também ser considerado para análise do ambiente a umidade absoluta. Portanto, nesta pesquisa, foram desenvolvidas equações preditivas para a umidade absoluta máxima, média e mínima.

Os dados disponíveis do monitoramento do ambiente na Capela Cônego José Ernser já forneciam a umidade absoluta, porém, no Arquivo Público Mineiro, apenas os dados de umidade relativa estavam disponíveis. Assim sendo, foi necessário realizar uma conversão da umidade relativa para a umidade absoluta, para posterior desenvolvimento das equações.

Esse procedimento de conversão consistiu primeiro no cálculo das umidades relativas correspondentes em ambientes internos e externos para a pressão de saturação (que levam em consideração a temperatura do ar) e as umidades absolutas relacionadas, supondo que a temperatura máxima ocorre com a umidade absoluta mínima.

A equação (5) (ASHRAE, 1981) foi usada para converter a temperatura interna e externa e respectivas umidades absolutas em umidade relativa:

$$w = 0.62198 \times \left[ \frac{\phi}{100} \times p_{ws} \right] \times \left[ p - \frac{\phi}{100} \times p_{ws} \right]^{-1} \dots\dots\dots(5)$$

Sendo:

**TABELA 11 - NOMENCLATURAS**

$w$	umidade absoluta $[P_a / P_a]$
$P$	pressão atmosférica $[P_a]$
$\phi$	umidade relativa [%]
$p_{ws}$	pressão de saturação da água $[P_a]$ , obtida em função da temperatura $T[K]$

FONTE: ASHRAE (1981)

A pressão de saturação para a faixa de temperatura de 0 °C a 200 °C foi calculada como segue na equação (6) (ASHRAE, 1981):

$$\ln(p_{ws}) = \frac{C_8}{T} + C_9 + C_{10} \times T + C_{11} \times T^2 + C_{12} \times T^3 + C_{13} \times \ln(T) \dots \dots \dots (6)$$

Sendo:

**TABELA 12 - NOMENCLATURAS**

$p_{ws}$	Pressão de saturação [Pa]
$T$	Temperatura [K]
$C1 - C13$	Constante adimensional

FONTE: ASHRAE (1981)

No caso da umidade absoluta, o processo de desenvolvimento de equações preditivas deu-se semelhantemente ao da temperatura, ou seja, a partir da análise do padrão de relação entre a variável dependente de interesse, neste caso, a umidade absoluta interna, e as variáveis independentes que podem alterá-la, como, por exemplo, a umidade absoluta externa e a média das diferenças entre externa e interna.

A relação básica entre estes parâmetros pode ser expressa através da seguinte equação (7):

$$W_{int} = (GW_{ext} + DelW) + (b * W_{ext} - GW_{ext}) \dots \dots \dots (7)$$

Sendo:

**TABELA 13 - NOMENCLATURAS**

$W_{int}$	Umidade absoluta interna do dia analisado
$GW_{ext}$	Média da umidade absoluta do período analisado
$DelW$	Diferença entre a média interna e a média externa
$b$	Relação das mudanças diárias
$W_{ext} - GW_{ext}$	Diferença entre a umidade absoluta externa diária e a média da umidade absoluta externa do período analisado

FONTE: Pesquisa

### 3.3.1 Avaliação da Estratégia de Ventilação Forçada

Uma vez geradas as equações preditivas para temperaturas e umidades diárias internas, foi realizada uma análise a respeito do uso da estratégia de ventilação forçada para reduzir ou aumentar os níveis de vapor d'água em ambientes internos para os limites indicados.

Como já abordado na seção 2.6.3, o estudo de Güths *et al.* (2001) realizado na reserva técnica do Museu Universitário da UFSC, verificou que somente o critério “umidade relativa externa versus interna” a ser considerado para o acionamento do sistema de insuflamento de ar, seria insuficiente para a conservação de acervos.

Deve, portanto, ser considerada a umidade absoluta. Na presente pesquisa isto foi feito para a máxima e para a mínima umidade absoluta interna.

O primeiro procedimento foi conferir a seguinte condição:

$$W_{ext\ max} < W_{int\ max}$$

Se esse for o caso, significa que o nível de vapor d'água interno é mais alto que o externo. Então, a ventilação forçada poderia ser usada, uma vez que reduziria a umidade interna por meio da renovação do ar.

Segundo De Guichen (1984) o limite estabelecido para a umidade relativa máxima interna para materiais de origem orgânica nos espaços museológicos é de 65%. De acordo com Shelhorn & Heiss (1974) a partir deste índice ocorre a proliferação de fungos de acordo com estudos de microbiologia. O limite inferior pode ser fixado em 30% de umidade relativa, de acordo com Sebera (1994), entretanto abaixo deste limite os objetos orgânicos ficarão muito inflexíveis.

Para as condições internas analisadas, o limite mais baixo para materiais orgânicos (que inclui pinturas) foi adotado em 50%. Desta forma, se a citada condição é verificada, a ventilação forçada seria considerada como uma possível estratégia para melhorar as condições ambientais internas. Assim, para os períodos de monitoramento, foram usadas as equações obtidas para se testar uma situação com insuflamento de ar, avaliando-se se esta estratégia seria suficiente para adequar o ambiente a níveis recomendados, quantificando-se o tempo ou porcentagem de tempo em que isto ocorreria.

### 3.4 ESPAÇOS MUSEOLÓGICOS CONSIDERADOS NA PESQUISA

Nesta pesquisa foram selecionados dois espaços para serem investigados: a Capela Cônego José Ernser – PR, cujo acervo é constituído de pintura mural, além de mobiliário e imaginária sacra; e o Arquivo Público Mineiro – MG, com um acervo diversificado, entre livros, fotografias, documentos históricos e mapas. Estes locais foram considerados pela autora como “espaços museológicos” a partir da definição de museu apresentada pelo Conselho Internacional de Museus (ICOM), já trabalhado na seção 2.1.

#### 3.4.1 Capela Cônego José Ernser – Rio Negro – PR

A Capela Cônego José Ernser está localizada na edificação do antigo Seminário Seráfico, situado no Parque Ecoturístico Municipal São Luis de Tolosa, na cidade de Rio Negro, Paraná (Figuras 11 e 12).

**FIGURA 11 - VISTA AÉREA DO SEMINÁRIO SERÁFICO**



FONTE: <http://www.guiasul.tur.br/rionegro/atrativos.htm>

A construção do Seminário Seráfico com 9 mil metros de área construída teve início em 1917. Inaugurado em 1923, funcionou como instituição de formação religiosa até o ano de 1966.

Abandonado por mais de 30 anos, o Seminário Seráfico começou a ser restaurado em 1997, passando então a instalar a nova sede da Prefeitura Municipal de Rio Negro.

O Seminário foi tombado através do decreto municipal nº. 17/78, em 31 de julho de 1978. O local é considerado Patrimônio Histórico e Cultural do município e também é considerado Área de Preservação Ambiental permanente, através do decreto municipal nº. 022/97 de 28 de abril de 1997.

**FIGURA 12 – FACHADA**



FONTE: Pesquisa

A restauração da Capela Cônego José Ernser (Figura 13) iniciou-se somente no ano de 2001, através do 1º Curso Técnico em Conservação e Restauração de Pintura Mural pela Escola Técnica da Universidade Federal do Paraná, aprovado pelo Ministério da Cultura. Sendo então reinaugurada no ano de 2002.

**FIGURA 13 - RESTAURAÇÃO DA CAPELA**

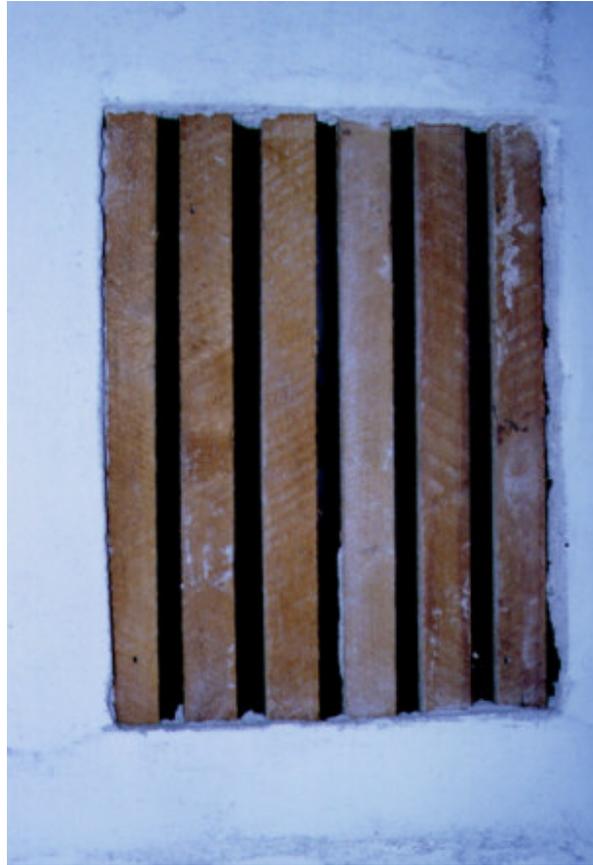
FONTE: UFPR

Arquitetura de estilo eclético, toda a edificação foi revestida interiormente pela técnica de estuque (Figura 14).

O estuque é uma técnica utilizada diretamente em estruturas de madeira, geralmente de pinho, muito suscetível ao ataque biológico.

Tais estruturas compõem os arcos e abóbadas do forro e das paredes da Capela analisada, os quais foram revestidos com esta técnica, que consiste em aplicar argamassa rica em cal diretamente na estrutura (Figura 15).

**FIGURA 14 - ESTUQUE**



FONTE: Pesquisa

**FIGURA 15 - DETALHE DA ESTRUTURA.**

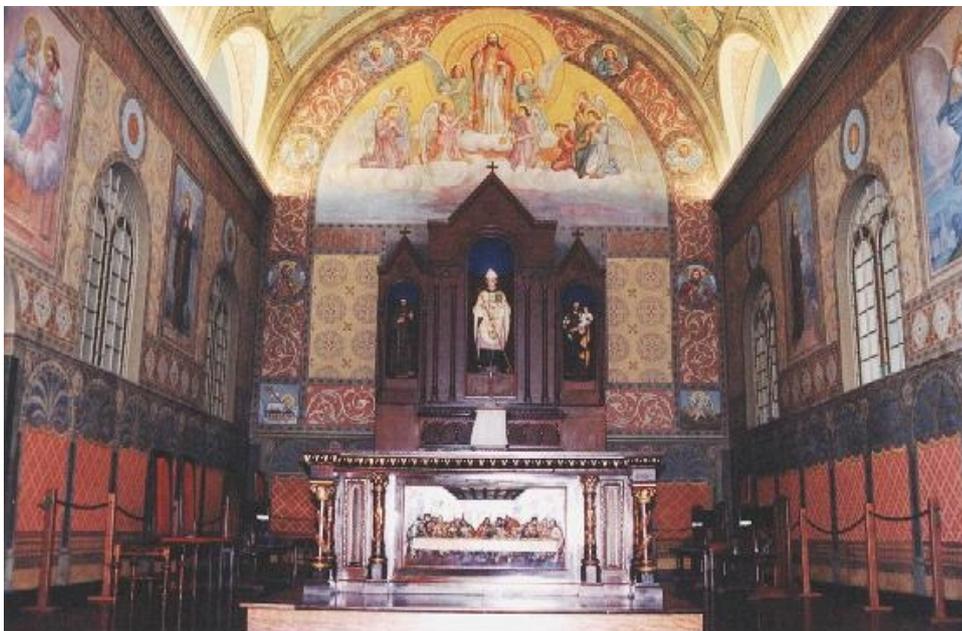


FONTE: Pesquisa

A argamassa rica em cal tem um ponto desfavorável em seu traço: a grande incidência de finos. Depois de seca, torna-se mais suscetível a pequenas trincas, às vezes não visíveis a olho nu, o que favorece o aumento da higroscopia. Este fato deve ser levado a efeito, pois é um meio de percolação de água, favorecendo a umidade.

Seu interior é constituído de pintura mural (Figuras 16 e 17), feita diretamente sobre o estuque, sendo utilizadas técnicas de pintura mural à base de têmpera, de cal, resina animal e óleo sobre tela do período de 1932 a 1935, executadas por Pedro Cechet.

**FIGURA 16 - VISTA DO INTERIOR DA CAPELA**



FONTE: Prefeitura Municipal de Rio Negro PR

**FIGURA 17 - DETALHE DA PINTURA MURAL**



FONTE: Pesquisa

Nas avaliações feitas na Capela, notou-se a presença de algumas micro-trincas, manchas de fungos e umidade.

Acredita-se que uma das causas que provocaram estes efeitos foi a técnica do estuque, utilizada como base. A probabilidade de condução da umidade através desta técnica construtiva é grande, devido à presença das micro-trincas e da sua condição de material higroscópico.

Segundo Mora (1984), muitos fatores podem desencadear processos de degradação nas pinturas murais, sendo a umidade considerada a mais importante a ser investigada, uma vez que, como foi apresentado na seção 2.4, os ataques biológicos e as reações químicas não ocorrem sem a presença da mesma. Conforme Mora (*op.cit.*), para saber a origem da umidade em pinturas murais são necessárias algumas medições incluindo:

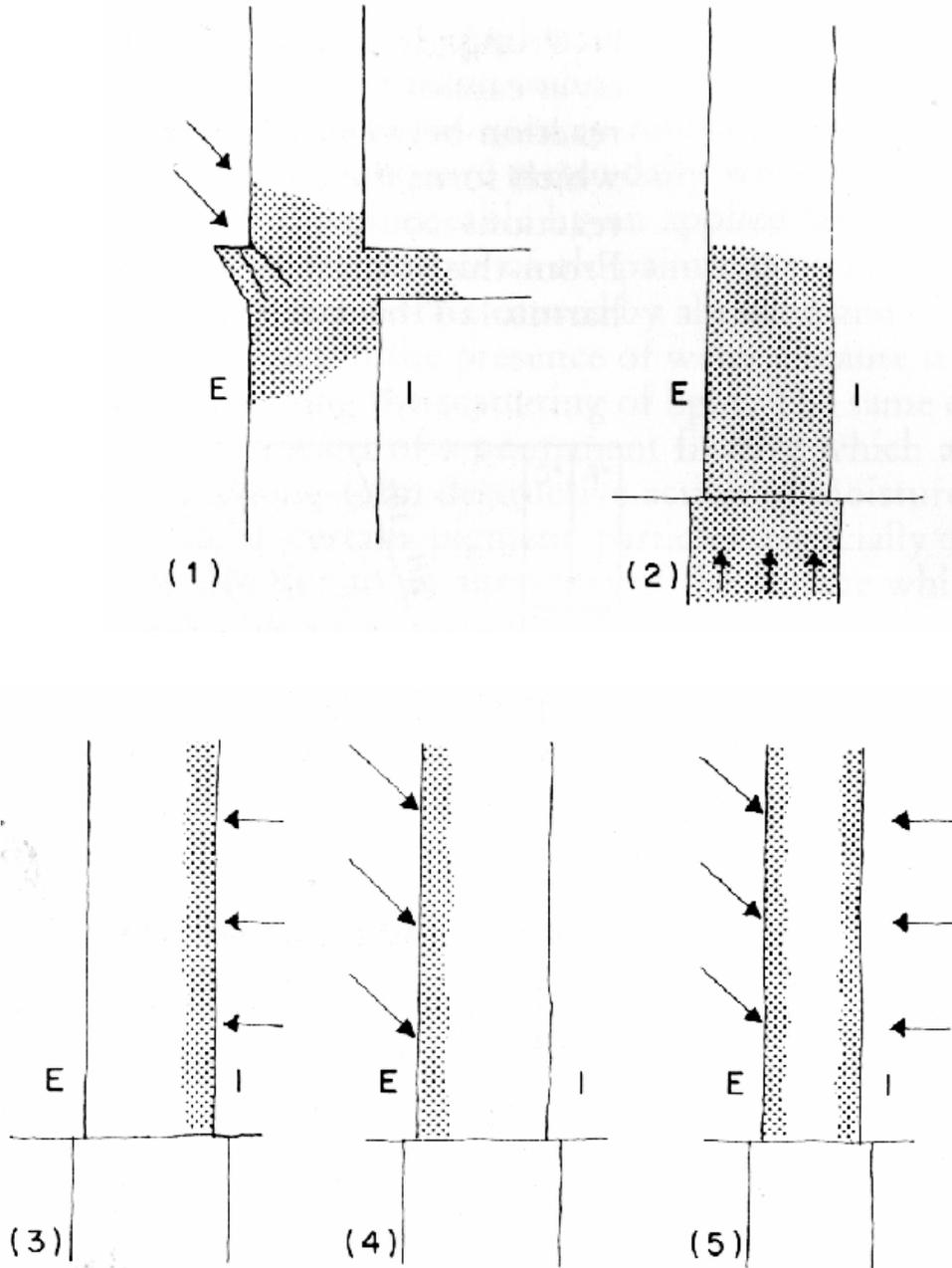
- Monitoramento das condições ambientais, observando algumas condições para a formação de condensação.
- Medidas da umidade na superfície das paredes, para verificar a porcentagem de umidade presente.
- Medidas de concentração e distribuição de umidade no interior de paredes, para determinar se a presença é devido à umidade crescente, infiltração (através da parede ou teto) ou condensação (da superfície). Esta investigação envolve a tomada de amostras, que são pesadas antes e após a dissecação.
- Medida da temperatura das através de comparação entre temperaturas interna e externa da parede, o que poderá permitir uma estimativa da transmitância térmica da parede, essencial para estabelecer as condições de condensação.

Ressalta-se que a origem da umidade no interior da Capela poderá ocorrer a partir de vários fatores, ou seja, infiltrações de água nos telhados, exposição das paredes à chuva, umidade ascendente, condensação em paredes, umidade devido à presença de materiais higroscópicos etc. Além disso, a Capela está localizada em Área de Preservação Ambiental, o que corresponde a um entorno úmido.

Tendo em vista a natureza desta pesquisa, realizou-se apenas avaliação das condições ambientais a partir dos dados de monitoramento de temperatura e umidade.

Na Figura 18, Mora (1984) apresenta em corte transversal os tipos principais de transferência de umidade em paredes.

**FIGURA 18 - CORTE TRANSVERSAL**



FONTE: Mora (1984, p.167)

- 1) Infiltração
  - 2) Capilaridade
  - 3) Condensação
  - 4) Chuva e vento
  - 5) Chuva e vento provocando um excessivo resfriamento da parede, resultando em condensação na face interior da parede.
- E= exterior; I= interior.

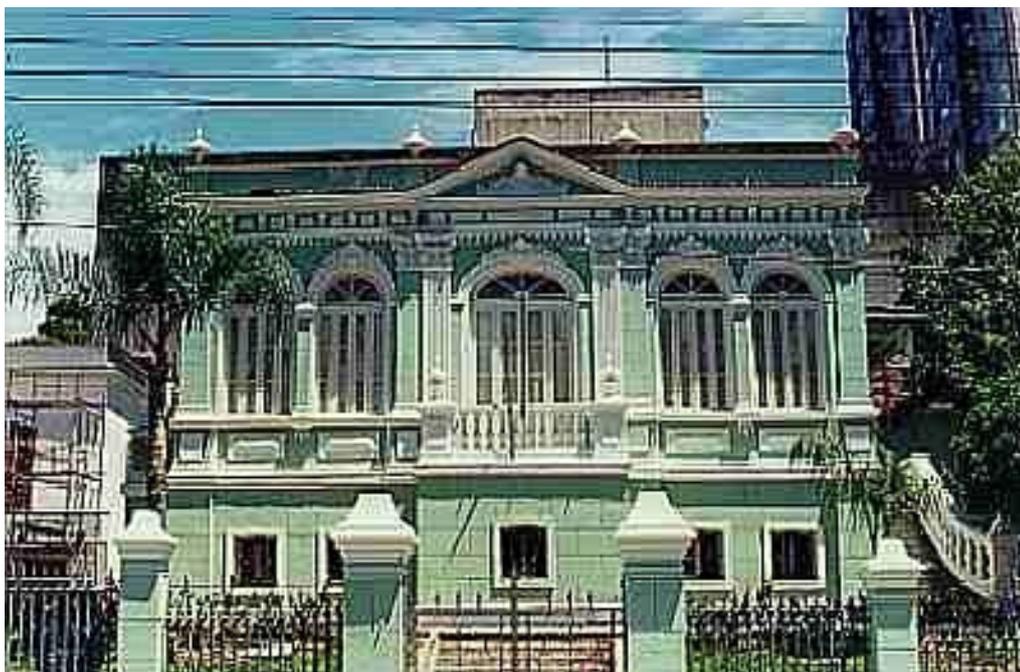
### 3.4.2 Arquivo Público Mineiro – Belo Horizonte – MG

O Arquivo Público Mineiro foi criado em 11 de julho de 1895, em Ouro Preto, com o objetivo de receber e conservar todos os documentos relacionados ao direito público. Inicialmente, foi instalado na residência de José Pedro Xavier da Veiga, fundador e primeiro diretor.

No ano de 1901, foi transferido definitivamente para Belo Horizonte, passando a denominar-se Diretoria de Arquivo e Estatística. Posteriormente, a instituição esteve subordinada às Secretarias de Educação e de Governo.

No ano de 1984, passou a integrar a estrutura da Secretaria de Estado da Cultura. Desde 1938, o Arquivo Público Mineiro está instalado na antiga sede da Prefeitura de Belo Horizonte, um casarão do século XIX destinado originalmente à residência do secretário das Finanças, tombada pelo Patrimônio Histórico Nacional (Figura 19).

**FIGURA 19 – SEDE DO ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO – MG**



FONTE: Arquivo Público Mineiro – MG

O Arquivo Público Mineiro está localizado na Praça da Liberdade nº. 317, centro urbano da cidade de Belo Horizonte.

O seu entorno é caracterizado por vegetação (Figura 20).

**FIGURA 20 - ENTORNO**



FONTE: Denise Zanini.

Sua missão é a gestão, a preservação e o acesso ao acervo arquivístico da Administração Pública Estadual e aos documentos privados de interesse público.

Sendo responsável pela guarda e conservação de aproximadamente 1450 metros lineares de documentos, produzidos e acumulados por órgãos da administração pública entre os séculos XVIII e XIX e parte do XX. Além disso, o acervo possui aproximadamente 1300 mapas, 14000 fotografias.

O acervo é constituído por materiais em papel (documentos manuscritos e impressos, documentos cartográficos, livros raros desde o século XVI com aproximadamente 1.800 títulos, gravuras e cartazes), encadernações em couro, pergaminho, material fotográfico, material cinematográfico, áudio-magnético e microfilmes.

Em março de 1975, foi acrescentada uma edificação anexa ao prédio histórico, na Rua Aimorés nº. 1450. Esta edificação foi projetada para acolher o acervo, a administração e o atendimento ao público.

A edificação anexa é composta por cinco pavimentos, ocupando o terreno em sua totalidade, ou seja, 13 metros de frente e quarenta metros de fundo.

Em alvenaria de tijolo (espessura 25 cm, aproximadamente) e estrutura de concreto armado, é revestida de reboco pintado externa e internamente. As janelas são do tipo basculante, de vidro com esquadrias de metalon.

A cobertura é de telhas de fibrocimento, em duas águas voltadas para o centro da edificação no sentido longitudinal.

A drenagem da água ocorre através de uma calha central e dutos verticais que seguem adjacentes à caixa de circulação vertical.

As fachadas leste e oeste possuem a maior área de abertura, sofrendo uma incidência constante de radiação solar no interior do edifício.

A fachada sul, voltada para a Rua Aimorés, conta com grandes aberturas, exceto no primeiro pavimento. A fachada norte não possui aberturas (Figura 21).

### FIGURA 21 - EDIFICAÇÃO ANEXA AO PRÉDIO HISTÓRICO



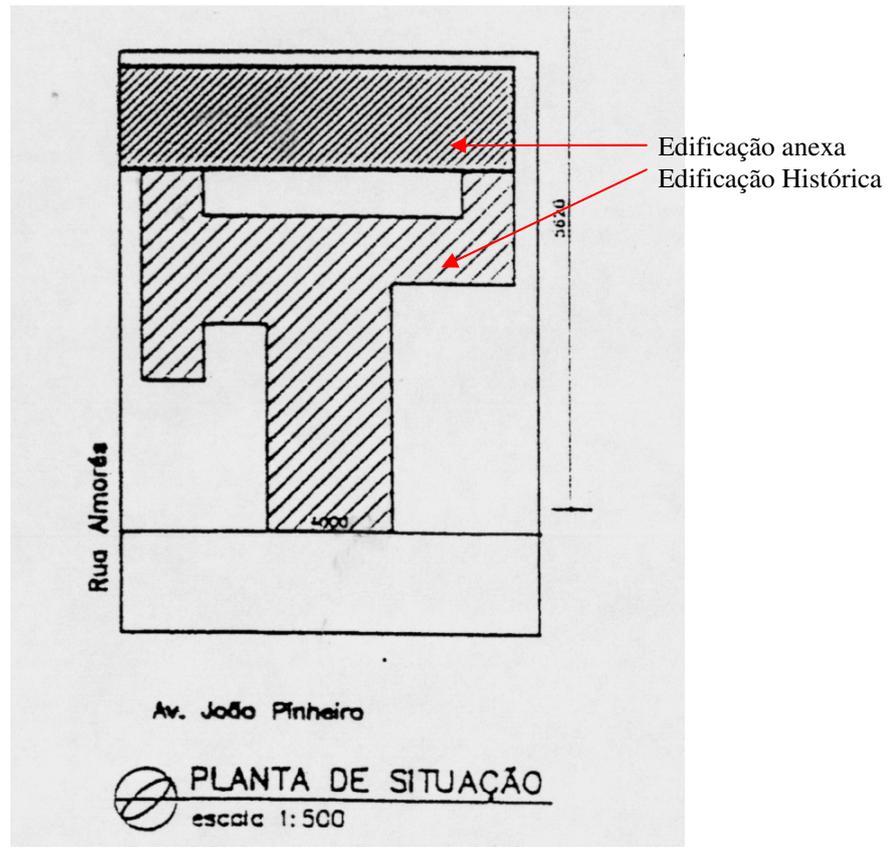
FONTE: Denise Zanini.

Segundo relatório técnico do Arquivo Público Mineiro do ano de 2001, no período entre abril de 2001 a março de 2002, as salas da reserva técnica da edificação anexa foram monitoradas com o objetivo de se definir um projeto de readequação física, capaz de proteger o acervo.

A partir desse monitoramento de temperatura e umidade durante o período mencionado, foi possível a caracterização do ambiente de acordo com a localização de cada sala.

A Figura 22 mostra a planta de situação do Arquivo Público Mineiro.

**FIGURA 22 - PLANTA DE SITUAÇÃO**



FONTE: Arquivo Público Mineiro

A sala escolhida para análise das condições do ambiente está localizada no segundo pavimento da edificação anexa, com janelas nas fachadas leste e oeste, mantidas regularmente fechadas. Nesta sala de reserva técnica estão acondicionados somente documentos não encadernados.

Para melhor conservação destes documentos, os conservadores do arquivo acondicionaram os documentos em caixas especiais para conservação, as quais estão armazenadas em estantes de metal.

A Figura 23 mostra o interior da Sala 202 da área de guarda de documentos não encadernados, objeto de estudo desta pesquisa.

**FIGURA 23** - SALA 202, ÁREA DE GUARDA DO ACERVO



FONTE: Denise Zanini.

A Figura 24 mostra um esquema da planta baixa no segundo pavimento.

A característica construtiva do anexo permite ventilação cruzada nos ambientes e ventilação por convecção no corredor central às salas.

**FIGURA 24** - ESQUEMA DA PLANTA BAIXA, 2º ANDAR - EDIFICAÇÃO ANEXA



FONTE: Arquivo Público Mineiro

No momento, é extremamente complexo inferir uma temperatura e uma umidade relativa ideal para a conservação do acervo, principalmente localizados em clima quente e úmido, sem levar em conta os vários fatores a que ele está submetido.

Segundo os critérios da conservação preventiva, ver seção 2.4 e 2.5, no caso do acervo em estudo ser arquivístico, materiais de origem orgânica, é recomendado que a umidade relativa fique entre 50% a 65% (DE GUICHEN, 1984) e a temperatura entre 18 °C a 20 °C (MICHALSKI, 2003).

Os critérios adotados a serem avaliados para insuflamento de ar para a Capela e para Sala 202 - Reserva Técnica do Arquivo Público Mineiro serão tratados no Capítulo 5.

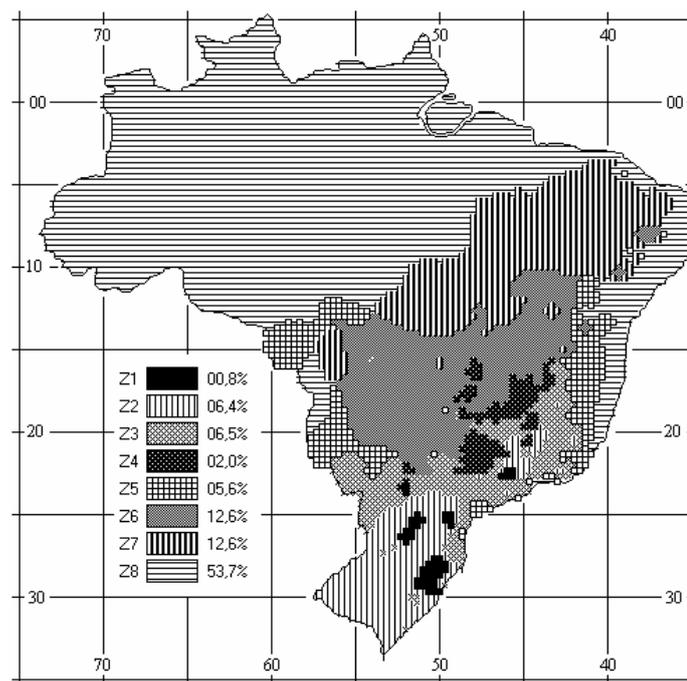
## CAPÍTULO 4      DESENVOLVIMENTO DE EQUAÇÕES PREDITIVAS PARA OS ESPAÇOS

Neste capítulo, serão apresentadas as características climáticas dos locais pesquisados para esta dissertação. Descreve-se também o monitoramento do ambiente realizado, o desenvolvimento das equações preditivas para os espaços e as análises das condições ambientais.

### 4.1    DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS LOCAIS

Conforme o projeto de normalização em conforto ambiental, realizado pela UFSC E FINEP, o zoneamento bioclimático brasileiro compreende oito zonas distintas (Figura 25).

**FIGURA 25 - ZONEAMENTO CLIMÁTICO BRASILEIRO**



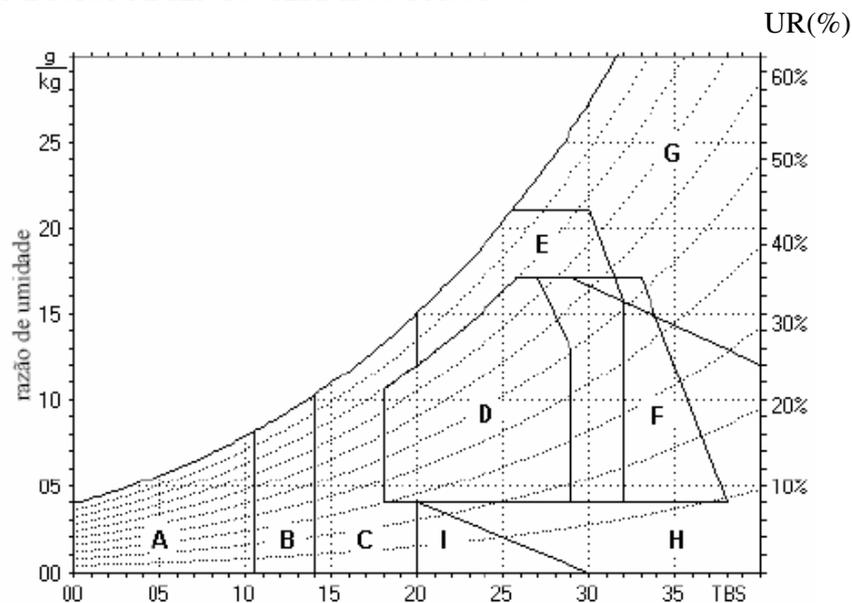
FONTE: UFSC (2003)

No anexo A do Projeto de Normalização em Conforto Ambiental é descrita a relação de 330 cidades com classificação climática e são apresentadas as estratégias bioclimáticas recomendadas para habitações de interesse social. No anexo B desta mesma norma tem-se a metodologia adotada para o zoneamento bioclimático do Brasil. Para tal, o território brasileiro foi dividido em 6500 células, sendo cada qual caracterizada de acordo com a posição

geográfica e pelas variáveis climáticas a seguir: médias mensais das temperaturas máximas, médias mensais das temperaturas mínimas e médias mensais das umidades relativas do ar. Nesta norma também foram adotados os dados medidos das Normais Climatológicas 1961/1990 para 206 cidades e com as Normais 1931/1960 para 124 cidades. Já para as demais células, o clima foi estimado, por interpolação.

A partir daí, adotou-se uma Carta Bioclimática (Figura 26), adaptada da carta sugerida por Givoni (1992), citado por Dumke (2002). Sobre esta carta, foi registrado e classificado o clima de cada ponto do território brasileiro, com suas respectivas estratégias de condicionamento térmico.

**FIGURA 26 - DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO ORIGINAL E SUAS ESTRATÉGIAS DE CONDICIONAMENTO TÉRMICO PASSIVO**



FONTE: RORIZ, M, GHISI, e LAMBERTS, R. Citado por Dumke

**A** - Sistema artificial de aquecimento; **B+C** - Aquecimento solar da edificação; **C** - Massa térmica para aquecimento; **D** - Conforto térmico; **E** - Ventilação; **F** - Massa Térmica de refrigeração; **G** - Sistema artificial de refrigeração; **H** - Resfriamento evaporativo; **I** - Umidificação do ar .

Para cada zona bioclimática, foi formulado um conjunto de recomendações tecno-construtivas, com o objetivo de otimizar o desempenho térmico de edificações de interesse social de até três pavimentos. Esta norma tem como objetivo avaliar o desempenho térmico de habitações através de sua melhor adequação climática, além disso, garante limites mínimos de conforto térmico para edificações situadas em zonas climáticas diversas do Brasil.

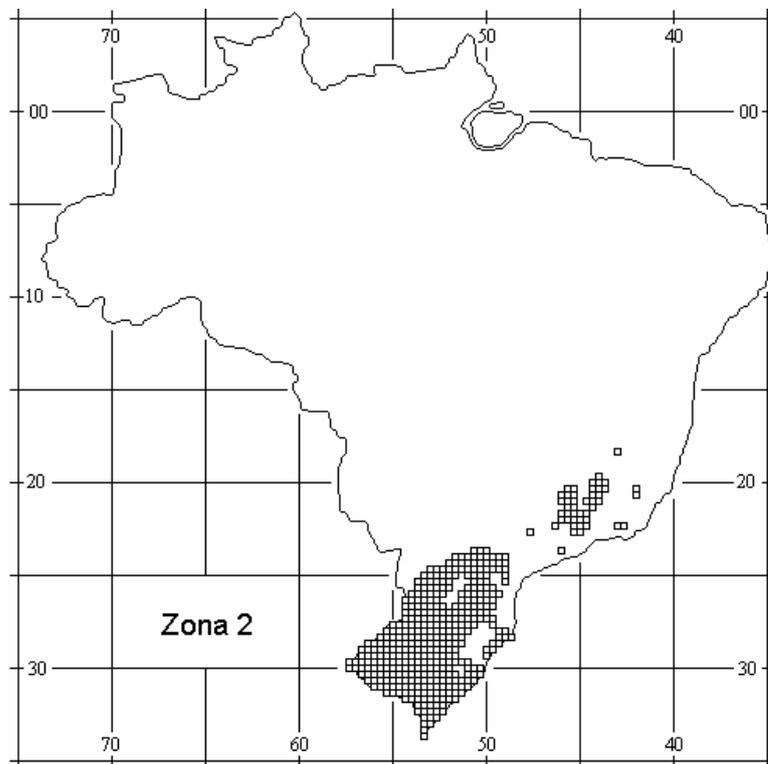
Adota-se nesta pesquisa essa classificação, por especificar mais detalhadamente o clima local e não com a intenção de se fazer recomendações e apresentar diretrizes de projeto. Além disso, o fato de localizações diversas estarem inseridas nas mesmas zonas climáticas poderá permitir uma possível correlação das análises ambientais de determinados museus do ponto de vista da conservação preventiva.

#### 4.1.1 Características Climáticas da Cidade de Rio Negro PR

A cidade de Rio Negro está localizada no segundo planalto paranaense a uma altitude de 780 m, latitude  $26^{\circ} 25' 50''$  S e longitude  $49^{\circ} 47' 30''$  W. O clima é subtropical úmido mesotérmico, com verões frescos, sendo a temperatura média inferior a  $22^{\circ}$  C e, invernos com ocorrências de geadas severas e freqüentes, com temperatura média inferior a  $18^{\circ}$ C, não apresentando estação seca. Apresenta umidade relativa anual entre 80 e 85%.

Segundo o Projeto Normalização em Conforto Ambiental, Rio Negro está inserida na Zona Bioclimática 2 (Figura 27), apresentando características climáticas semelhantes às das cidades de Ponta Grossa PR, Laguna SC, Porto União SC, Alegrete RS, Passo Fundo RS, dentre outras.

**FIGURA 27 - ZONA BIOCLIMÁTICA 2**



FONTE: UFSC

#### 4.1.2 Características Climáticas da Cidade de Belo Horizonte MG

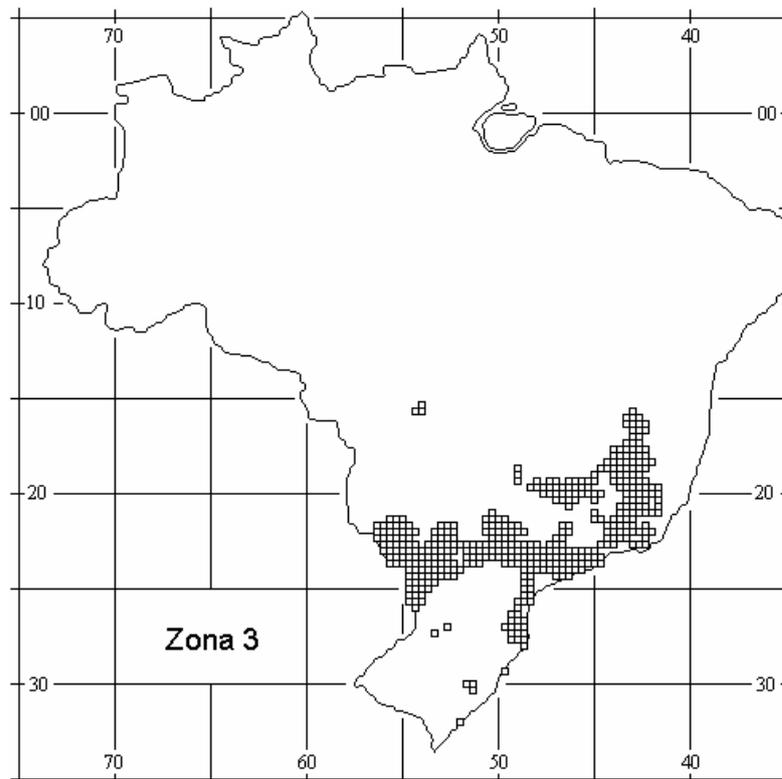
Belo Horizonte está situada a 852,19 metros de altitude, sendo que alguns pontos, como o topo da Serra do Curral, atingem 1.500 metros, latitude  $19^{\circ}55'14''\text{S}$  e longitude  $43^{\circ}56'17''\text{W}$ . A temperatura anual varia de  $16^{\circ}\text{C}$  a  $31^{\circ}\text{C}$ , sendo a média de  $21^{\circ}\text{C}$ .

O inverno é seco e o verão chuvoso.

A cidade conta com a proteção da Serra do Curral, que barra os ventos mais fortes. A umidade relativa média do ar chega a 79% em janeiro, caindo para 65% em julho. A média anual de chuvas é de 1600 mm, sendo mais frequentes de outubro a março.

Segundo o Projeto Normalização em Conforto Ambiental, Belo Horizonte está inserida na Zona Bioclimática 3 (Figura 28), apresentando características climáticas semelhantes às das cidades de Araxá MG, Barbacena MG, Ponta Porã MS, Foz do Iguaçu PR, Londrina PR, Torres RS, dentre outras.

**FIGURA 28 - ZONA BIOCLIMÁTICA 3**



FONTE: UFSC

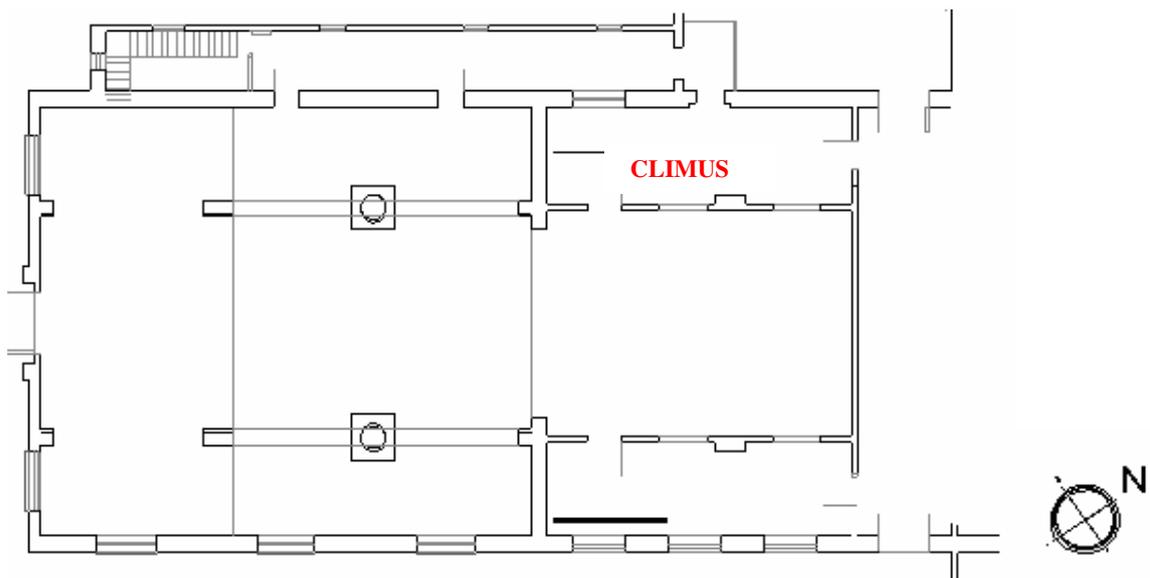
## 4.2 CAPELA CÔNEGO JOSÉ ERNSER – RIO NEGRO –PR

### 4.2.1 Monitoramento do Ambiente

Desde o ano de 2001, a Capela vem sendo monitorada pelo Sistema de Gerenciamento Térmico para Coleções – CLIMUS. Foram instalados sensores de temperatura e umidade relativa no interior e no exterior da Capela. Os dados de monitoramento utilizados para esta pesquisa são referentes ao ano de 2002. Os sensores internos estão localizados a uma altura aproximada de 3 metros do nível do piso e os sensores externos estão localizados a uma altura de aproximadamente 5 metros de altura, protegidos da incidência direta do Sol.

As Figuras 29 e 30 mostram a localização dos sensores internos e externos da Capela monitorada.

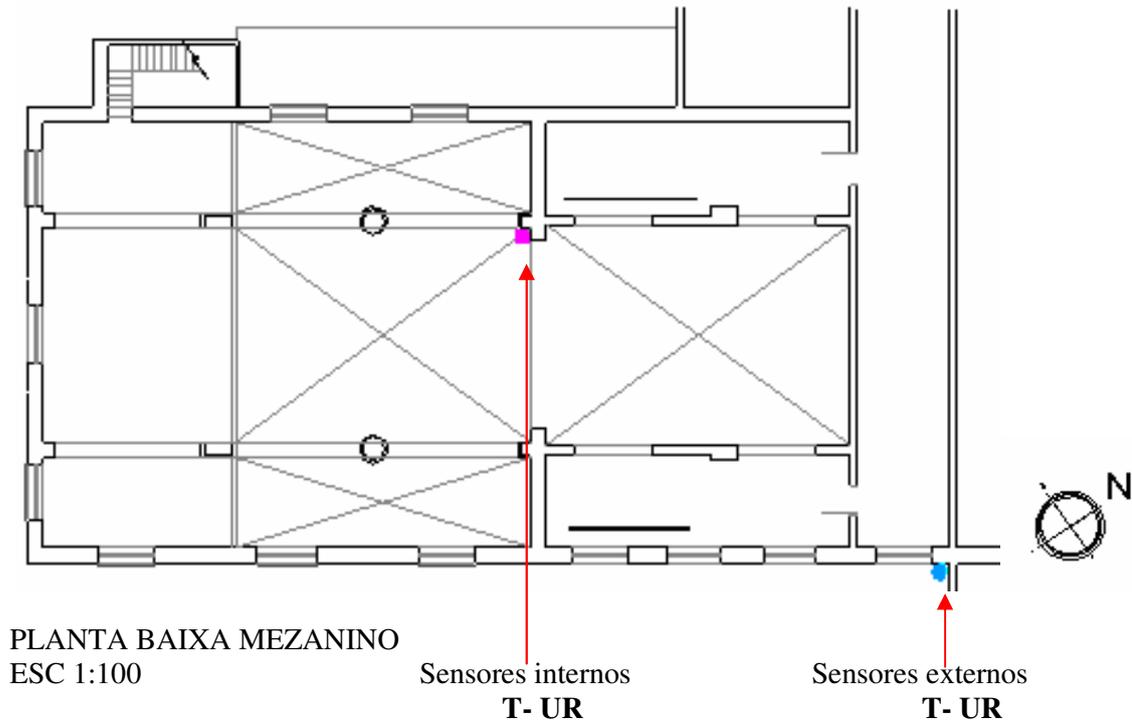
**FIGURA 29 - PLANTA BAIXA TÉRREO COM A LOCALIZAÇÃO DO CLIMUS**



PLANTA BAIXA – TÉRREO  
ESC 1:100

FONTE: Prefeitura Municipal de Rio Negro – PR

**FIGURA 30 - PLANTA BAIXA MEZANINO COM A LOCALIZAÇÃO DOS SENSORES DE MONITORAMENTO**



FONTE: Prefeitura Municipal de Rio Negro – PR

#### 4.2.2 Desenvolvimento das Equações Preditivas

Para o desenvolvimento das equações preditivas, foram utilizados dados horários de temperatura e umidade interna e externa da Capela monitorada durante o ano de 2002.

Tendo em vista que a programação do CLIMUS para a Capela indicava as orientações que deveriam ser seguidas pelos técnicos responsáveis, para abrir janelas ou fazer uso de desumidificadores de acordo com os critérios adotados para a conservação da pintura mural, foram selecionados dados de cinco em cinco dias, nos quais não havia nenhuma indicação nos dados fornecidos pelo CLIMUS para a abertura de janelas ou para a desumidificação interna. Estes dados foram, portanto, concentrados em períodos contínuos de cinco em cinco dias. Alguns meses não foram considerados em função de falha em alguns sensores durante o período de monitoramento (Tabela 14).

**TABELA 14 - DIAS ANALISADOS**

ANO 2002							
Dias do mês							
jan	abr	mai	jun	set	out	nov	dez
9	6	4	13	3	13	1	3
10	7	5	14	4	14	2	4
11	8	6	15	5	15	3	5
12	9	7	16	6	16	4	6
13	10	8	17	7	17	5	7
21	11	19	18	8	25	8	8
22	12	20	19	9	26	9	9
23	13	21	20	10	27	10	10
24	14	22	21	11	28	11	11
25	15	23	22	12	29	12	12
26	-	-	-	-	-	13	21
27	-	-	-	-	-	14	22
28	-	-	-	-	-	15	23
29	-	-	-	-	-	16	24
30	-	-	-	-	-	17	25
-	-	-	-	-	-	18	26
-	-	-	-	-	-	19	27
-	-	-	-	-	-	20	28
-	-	-	-	-	-	21	-
-	-	-	-	-	-	22	-
-	-	-	-	-	-	23	-
-	-	-	-	-	-	24	-
-	-	-	-	-	-	25	-
-	-	-	-	-	-	26	-
-	-	-	-	-	-	27	-

FONTE: Pesquisa

Assim, no que se refere à temperatura e à umidade absoluta, equações foram geradas, considerando como variáveis dependentes a temperatura interna máxima, média e mínima e a umidade absoluta interna máxima, média e mínima.

Uma vez definidas as variáveis a explicar e as explicativas para a temperatura e para a umidade absoluta, foram geradas as equações preditivas.

A seguir, será descrito o tratamento dos dados horários de temperatura do ar e umidade absoluta, internas e externas, monitorados durante um período de um ano, posteriormente analisados através do software Microsoft Excel 2000.

### 4.2.3 Tratamento dos Dados de Temperatura

Anteriormente ao tratamento dos dados de temperatura propriamente dito, foi necessário sistematizar os dados disponíveis. A partir das temperaturas internas e externas horárias, obtiveram-se as mínimas, médias e máximas diárias representadas a seguir, conforme as tabelas abaixo (Tabelas 15 e 16).

**TABELA 15 - INFORMAÇÕES UTILIZADAS PARA A TEMPERATURA INTERNA**

<b>TEMPERATURA INTERNA (<math>T_{int}</math>)</b>	
Temperatura interna mínima diária	$T_{int\ min}$
Temperatura interna média diária	$T_{int\ med}$
Temperatura interna máxima diária	$T_{int\ max}$

FONTE: Pesquisa

**TABELA 16 - INFORMAÇÕES UTILIZADAS PARA A TEMPERATURA EXTERNA**

<b>TEMPERATURA EXTERNA (<math>T_{ext}</math>)</b>	
Temperatura externa mínima diária	$T_{ext\ min}$
Temperatura externa média diária	$T_{ext\ med}$
Temperatura externa máxima diária	$T_{ext\ max}$

FONTE: Pesquisa

Com os dados de temperatura externa mínima, média e máxima diária, dispostos em planilha do Excel (Figura 31), efetuou-se o cálculo das médias destas temperaturas para cada período (mês). Para a Capela, foi necessário considerar dados concentrados de cinco em cinco dias, conforme explicação na seção 4.2.2.

**FIGURA 31 - EXEMPLO DE DADOS NA PLANILHA**

		<b>T_EXT</b>	<b>T_EXT</b>	<b>T_EXT</b>	<b>GT_EXT</b>	<b>GT_EXT</b>	<b>GT_EXT</b>
		<b>min</b>	<b>med</b>	<b>máx</b>	<b>min</b>	<b>med</b>	<b>max</b>
2002							
jan/02	9	18,50	21,48	27,50	18,49	21,43	26,44
	10	18,20	21,49	26,90	18,49	21,43	26,44
	11	18,20	19,56	24,60	18,49	21,43	26,44
	12	17,10	17,99	19,00	18,49	21,43	26,44
	13	17,10	20,10	23,80	18,49	21,43	26,44
	21	19,40	23,56	30,30	18,49	21,43	26,44
	22	18,90	21,59	25,80	18,49	21,43	26,44
	23	17,80	21,33	30,00	18,49	21,43	26,44
	24	18,30	21,37	27,10	18,49	21,43	26,44
	25	18,30	20,83	25,10	18,49	21,43	26,44
	26	17,90	22,93	29,60	18,49	21,43	26,44
	27	20,40	23,33	28,40	18,49	21,43	26,44

FONTE: Pesquisa

A Tabela 17 apresenta as informações utilizadas para o cálculo das médias mensais.

**TABELA 17 - INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DAS MÉDIAS MENSAIS**  
**CÁLCULO DAS MÉDIAS MENSAIS ( $GT$ )**

Média da temperatura externa mínima para cada período (mês)	$GT_{ext\ min}$
Média da temperatura externa média para cada período (mês)	$GT_{ext\ med}$
Média da temperatura externa máxima para cada período (mês)	$GT_{ext\ max}$

FONTE: Pesquisa

Ainda na planilha do Excel foi calculada a diferença entre a temperatura externa mínima, média e máxima diária e a média da temperatura externa mínima, média e máxima para cada período.

A Tabela 18 apresenta informações para o cálculo da diferença entre a temperatura externa e a média de temperatura externa de cada período (mês).

**TABELA 18 - INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DA DIFERENÇA**

Diferença entre a temperatura externa mínima diária e a média da temperatura externa mínima para cada período $T_{ext\ min} - GT_{ext\ min}$
Diferença entre a temperatura externa média diária e a média da temperatura externa para cada período $T_{ext\ med} - GT_{ext\ med}$
Diferença entre a temperatura externa máxima diária e a média da temperatura externa máxima para cada período $T_{ext\ max} - GT_{ext\ max}$

FONTE: Pesquisa

#### 4.2.4 Tratamento dos Dados de Umidade do Ar

Da mesma forma como apresentado o tratamento dos dados de temperatura, na seção 4.2.3, foi necessário também sistematizar os dados disponíveis de umidade.

As Tabelas 19 e 20 apresentam as informações utilizadas para a umidade do ar.

**TABELA 19 - INFORMAÇÕES PARA A UMIDADE DO AR**

<b>UMIDADE ABSOLUTA INTERNA (<math>W_{int}</math>)</b>	
Umidade absoluta interna mínima diária	$W_{int\ min}$
Umidade absoluta interna média diária	$W_{int\ med}$
Umidade absoluta interna máxima diária	$W_{int\ max}$

FONTE: Pesquisa

**TABELA 20 - INFORMAÇÕES PARA A UMIDADE DO AR**

<b>UMIDADE ABSOLUTA EXTERNA (<math>W_{ext}</math>)</b>	
Umidade absoluta externa mínima diária	$W_{ext\ min}$
Umidade absoluta externa média diária	$W_{ext\ med}$
Umidade absoluta externa máxima diária	$W_{ext\ max}$

FONTE: Pesquisa

A Tabela 21 apresenta as informações utilizadas para o cálculo das médias mensais para a umidade absoluta.

**TABELA 21 - INFORMAÇÕES PARA CÁLCULO DAS MÉDIAS MENSAIS**

<b>CÁLCULO DAS MÉDIAS MENSAIS (<math>GW</math>)</b>	
Média da umidade absoluta externa mínima para cada período (mês)	$GW_{ext\ min}$
Média da umidade absoluta externa média para cada período (mês)	$GW_{ext\ med}$
Média da umidade absoluta externa máxima para cada período (mês)	$GW_{ext\ max}$

FONTE: Pesquisa

Igualmente, foi realizado o cálculo da diferença entre a umidade absoluta externa mínima, média e máxima diária e a média da umidade absoluta externa mínima, média e máxima para cada período.

A Tabela 22 apresenta as informações utilizadas.

**TABELA 22 - INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DA DIFERENÇA**

Diferença entre a umidade absoluta externa mínima diária e a média da umidade absoluta externa mínima para cada período (mês) $W_{ext\ min} - GW_{ext\ min}$
Diferença entre a umidade absoluta externa média diária e a média da umidade absoluta externa para cada período (mês) $W_{ext\ med} - GW_{ext\ med}$
Diferença entre a umidade absoluta externa máxima diária e a média da umidade absoluta externa máxima para cada período (mês) $W_{ext\ max} - GW_{ext\ max}$

FONTE: Pesquisa

#### 4.2.5 Variáveis a Explicar e Variáveis Explicativas

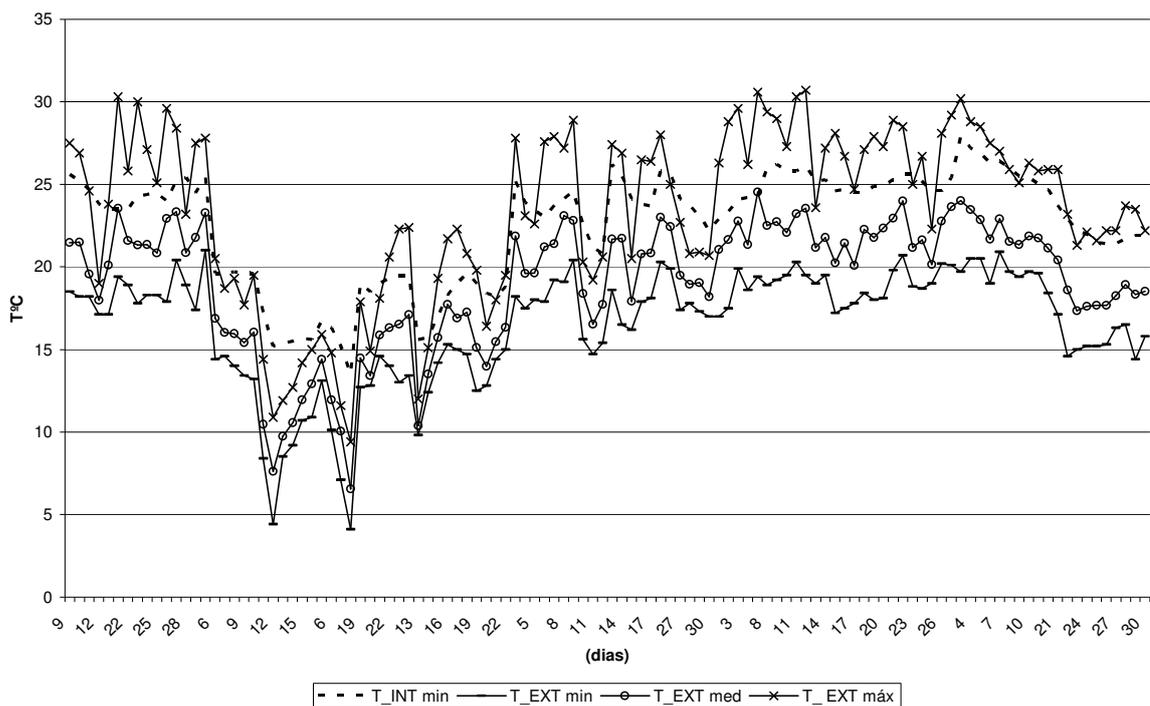
O processo de geração das equações, conforme descrito na seção 3.3, ocorre a partir da análise do padrão de relação entre a variável dependente de interesse, neste caso, a temperatura e umidade interna do ar e, as variáveis independentes que podem alterá-la, a temperatura e umidade externa do ar.

Pode-se verificar este padrão de relação graficamente.

Conforme o Gráfico 10, observa-se as curvas de temperaturas internas e externas, monitoradas durante o ano de 2002.

Nota-se que a temperatura mínima interna aproxima-se mais da mínima externa.

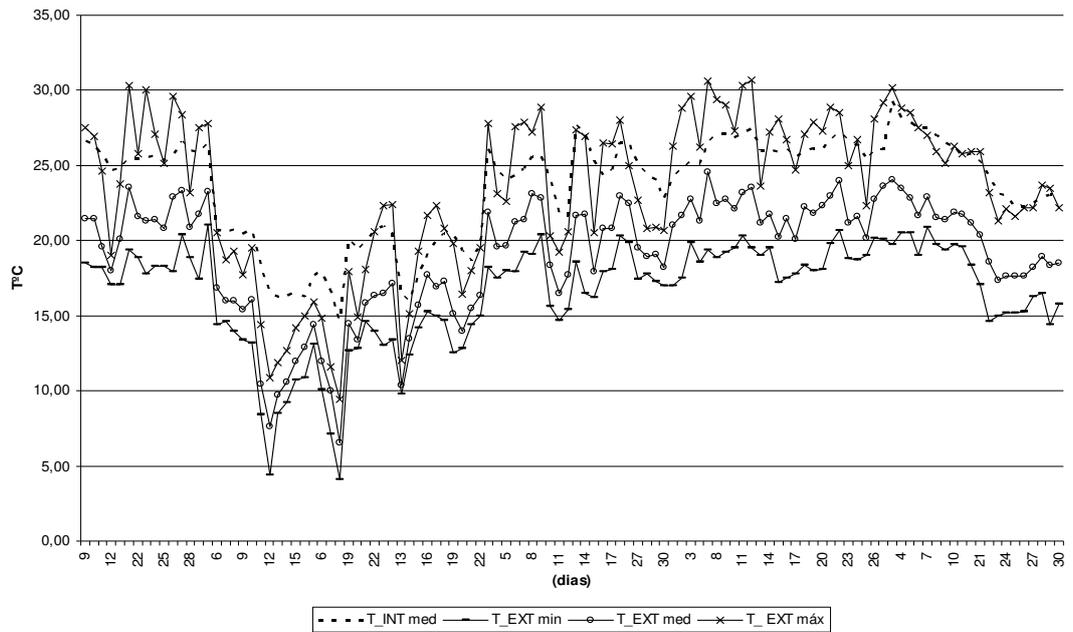
**GRÁFICO 10 - PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA MÍNIMA INTERNA E MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMAS EXTERNAS**



FONTE: Pesquisa

No Gráfico 11, observa-se que a temperatura média interna aproxima-se mais da média externa.

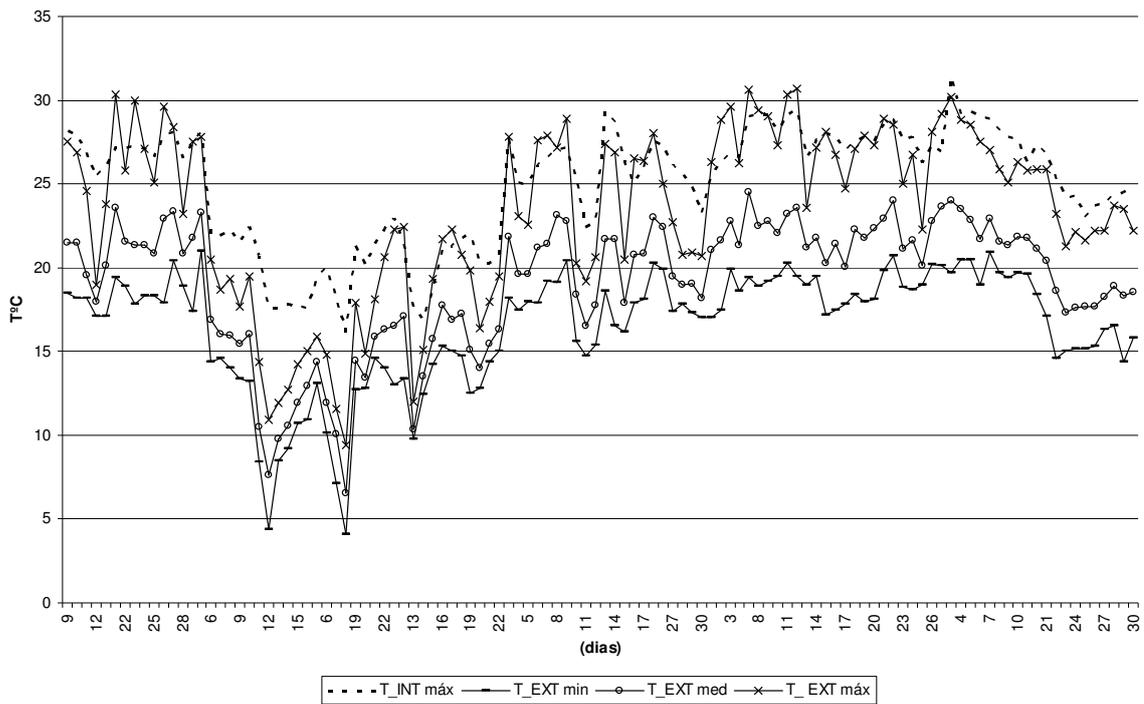
**GRÁFICO 11 - PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA MÉDIA INTERNA E MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMAS EXTERNAS**



FONTE: Pesquisa

Observa-se no Gráfico 12 que a temperatura máxima interna aproxima-se tanto da máxima quanto da média externa.

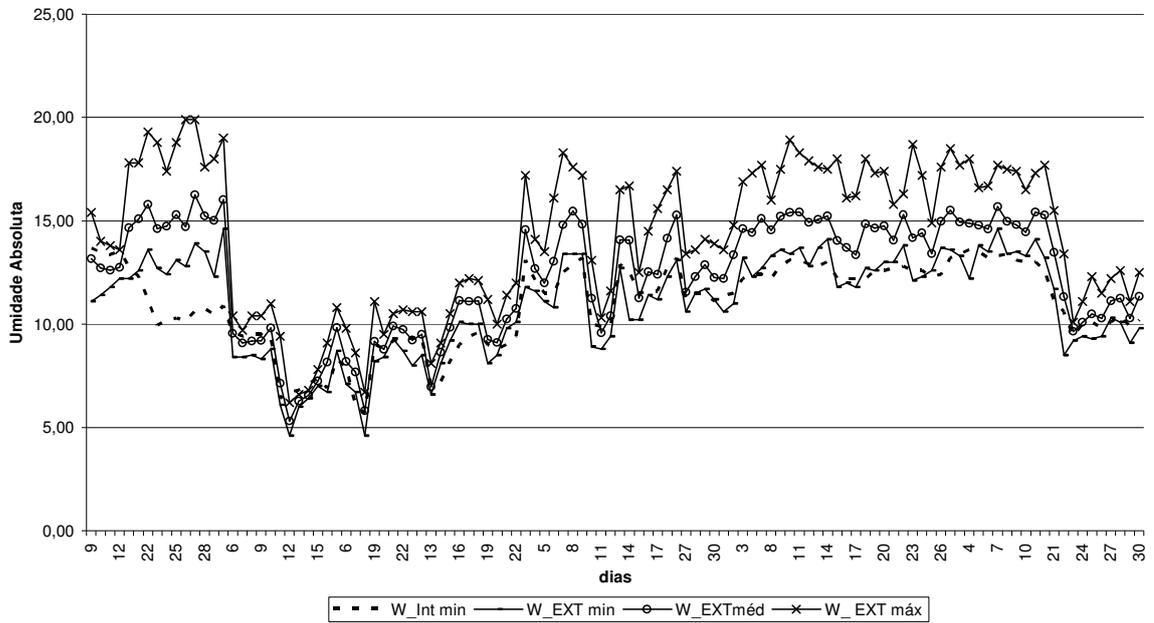
**GRÁFICO 12 - PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA MÁXIMA INTERNA E MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMAS EXTERNAS**



FONTE: Pesquisa

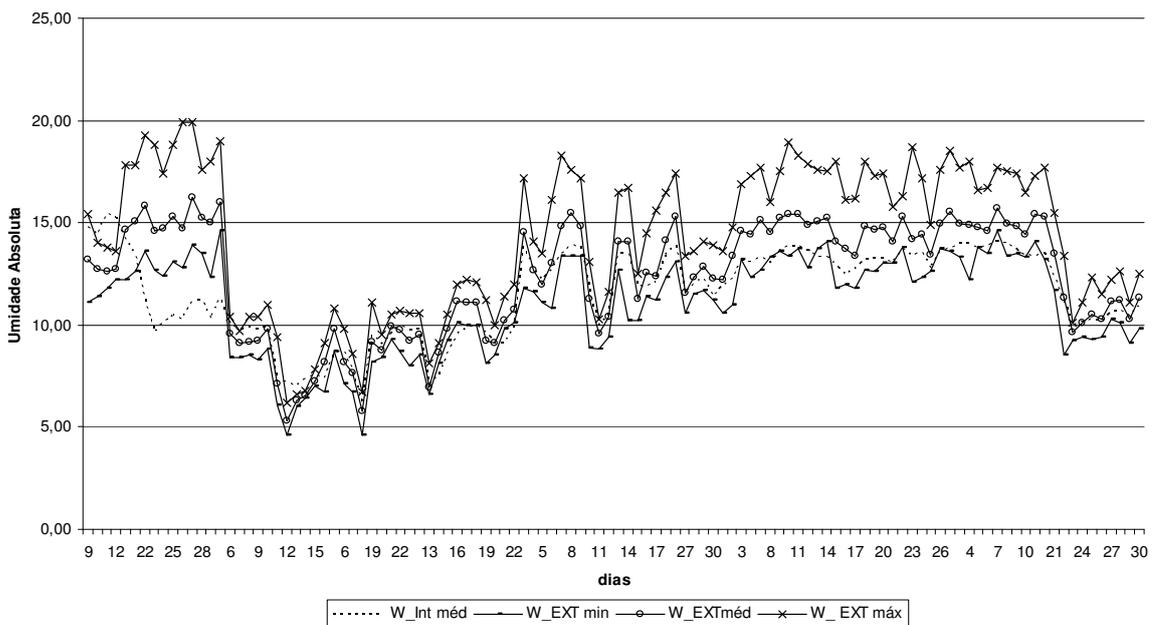
Os Gráficos 13, 14 e 15 apresentam curvas de umidades absolutas internas e externas, monitoradas no ano de 2002. Observe no Gráfico 13 que a umidade absoluta mínima interna aproxima-se tanto da mínima, quanto da máxima externa. No Gráfico 14, observa-se que a umidade absoluta média interna aproxima-se da média externa.

**GRÁFICO 13 - PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE A UMIDADE ABSOLUTA MÍNIMA INTERNA E MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMAS EXTERNAS**



FONTE: Pesquisa

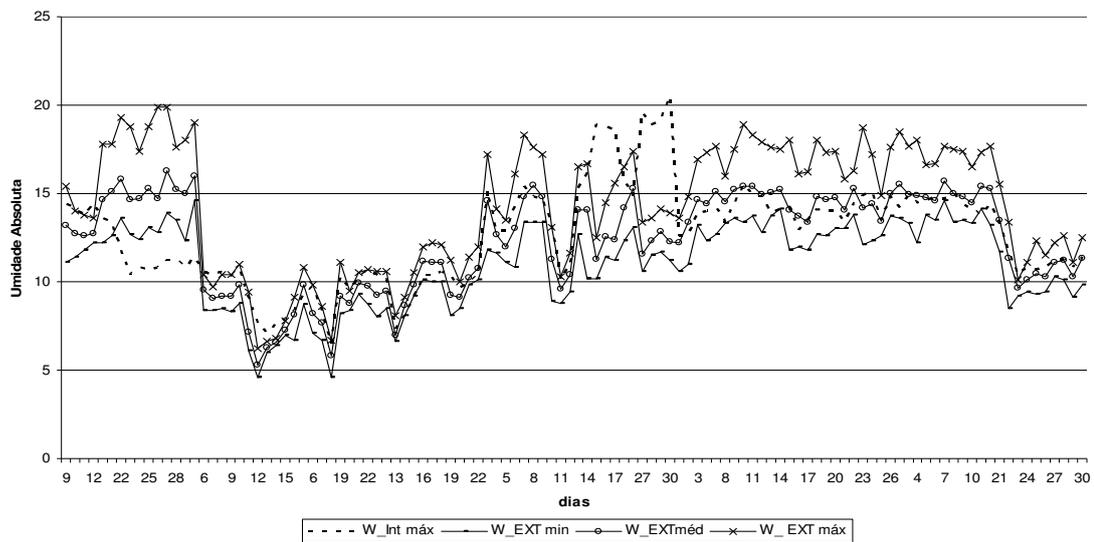
**GRÁFICO 14 - PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE A UMIDADE ABSOLUTA MÉDIA INTERNA E MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMAS EXTERNAS**



FONTE: Pesquisa

Observa-se no Gráfico 15 que para a umidade absoluta interna máxima a que mais se aproxima é a umidade absoluta externa máxima.

**GRÁFICO 15 - PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE A UMIDADE ABSOLUTA MÁXIMA INTERNA E MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMAS EXTERNAS**



FONTE: Pesquisa

Uma vez verificado este padrão, define-se qual das variáveis externas poderá ser adotada como variável explicativa. As Tabelas 23 e 24 mostram as temperaturas e umidades absolutas internas mínima, média e máxima a explicar e as respectivas variáveis explicativas de temperatura e umidade absoluta externa para a Capela Cônego José Ernser.

**TABELA 23 - VARIÁVEIS DE TEMPERATURA**

Variáveis a explicar <b>Temperatura interna</b>	Variáveis explicativas <b>Temperatura externa</b>
$T_{int\ min}$	$GT_{ext\ min}$ e $T_{ext\ min} - GT_{ext\ min}$
$T_{int\ med}$	$GT_{ext\ med}$ e $T_{ext\ med} - GT_{ext\ med}$
$T_{int\ max}$	$GT_{ext\ max}$ e $T_{ext\ max} - GT_{ext\ max}$

**TABELA 24 - VARIÁVEIS DE UMIDADE ABSOLUTA**

Variáveis a explicar <b>Umidade Absoluta Interna</b>	Variáveis explicativas <b>Umidade Absoluta Externa</b>
$W_{int\ min}$	$GW_{ext\ min}$ e $W_{ext\ min} - GW_{ext\ min}$
$W_{int\ med}$	$GW_{ext\ med}$ e $W_{ext\ med} - GW_{ext\ med}$
$W_{int\ max}$	$GW_{ext\ max}$ e $W_{ext\ max} - GW_{ext\ max}$

FONTE: Pesquisa

#### 4.2.6 Equações Preditivas Geradas para a Temperatura e Umidade do Ar

Uma vez definidas as variáveis a explicar e as explicativas para a temperatura e para a umidade absoluta, foram exportados os dados diários dos respectivos períodos para arquivos do tipo txt. Após este procedimento foi utilizado o *software Sphinx Plus*, da *Le Sphinx Développement*, versão 2.09k, para realizar análise de regressão múltipla, a partir da qual obteve-se as equações preditivas para a Capela estudada, relacionando temperaturas internas com temperaturas externas e umidades absolutas internas com umidades absolutas externas.

Os resultados das estimativas de temperatura e umidades absolutas internas foram comparados com os dados medidos através do Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ). Das equações geradas para a Capela, as consideradas para análise do ambiente foram as que apresentaram os melhores coeficientes de correlação. As equações preditivas para a Temperatura interna mínima, média e máxima, assim como para a umidade do ar mínima, média e máxima, geradas a partir das temperaturas e umidades do ar fornecidas pelo *Sphinx*, com seus respectivos coeficientes de determinação, são apresentadas a seguir nas Tabelas 25 e 26.

**TABELA 25 - EQUAÇÕES PARA A TEMPERATURA**

$$T_{\text{int min}} = 1,047GT_{\text{ext min}} + 0,635(T_{\text{ext min}} - GT_{\text{ext min}}) + 4,765 \quad (\text{Eq.8})$$

$$R^2_{\text{min}} = 0,87$$

$$T_{\text{int med}} = 0,935GT_{\text{ext med}} + 0,622(T_{\text{ext med}} - GT_{\text{ext med}}) + 5,322 \quad (\text{Eq.9})$$

$$R^2_{\text{med}} = 0,89$$

$$T_{\text{int max}} = 0,72GT_{\text{ext max}} + 0,49(T_{\text{ext max}} - GT_{\text{ext max}}) + 8,113 \quad (\text{Eq.10})$$

$$R^2_{\text{max}} = 0,87$$

FONTE: Pesquisa

**TABELA 26 - EQUAÇÕES PARA A UMIDADE ABSOLUTA**

$$W_{\text{int min}} = 0,816GW_{\text{ext min}} + 0,71(W_{\text{ext min}} - GW_{\text{ext min}}) + 1,647 \quad (\text{Eq.11})$$

$$R^2_{\text{min}} = 0,87$$

$$W_{\text{int med}} = 0,714GW_{\text{ext med}} + 0,654(W_{\text{ext med}} - GW_{\text{ext med}}) + 2,278 \quad (\text{Eq.12})$$

$$R^2_{\text{med}} = 0,92$$

$$W_{\text{int max}} = 0,543GW_{\text{ext max}} + 0,56(W_{\text{ext max}} - GW_{\text{ext max}}) + 4,508 \quad (\text{Eq.13})$$

$$R^2_{\text{max}} = 0,90$$

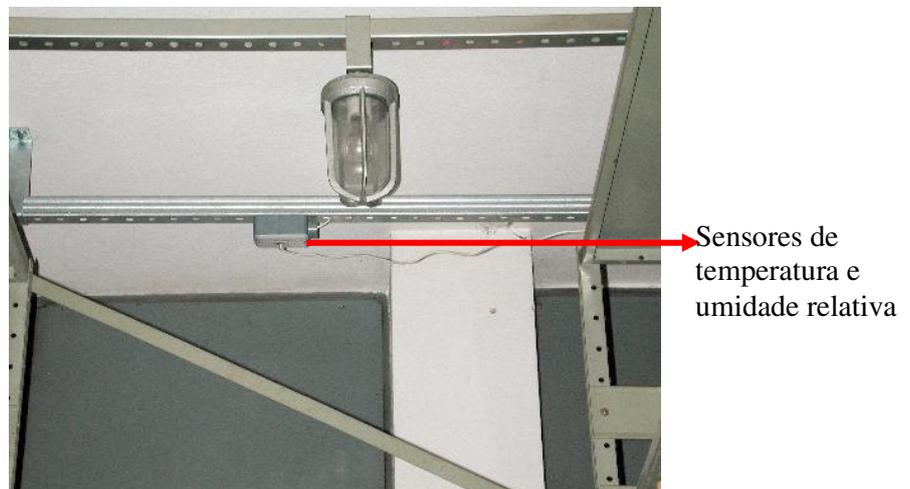
FONTE: Pesquisa

### 4.3 ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO – BELO HORIZONTE - MG

#### 4.3.1 Monitoramento do Ambiente

Desde o ano de 2001, todas as salas de reservas técnicas em edificação anexa ao prédio histórico do Arquivo Público Mineiro estão sendo monitoradas pelo Sistema de Gerenciamento Térmico para Coleções – CLIMUS. Foram instalados sensores de temperatura e umidade relativa no interior e no exterior das salas de Reserva Técnica. É um projeto financiado pela Fundação Vitae Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social. A Figura 32 ilustra os sensores.

**FIGURA 32 - SENSORES DE TEMPERATURA E UMIDADE**



FONTE: Denise Zanini.

Segundo relatórios do Arquivo Público, a escolha da localização dos sensores foi determinada a partir da observação da edificação, segundo o seu mecanismo de ventilação natural determinado pelo partido arquitetônico, sendo considerados três elementos básicos, condicionantes do movimento do ar no interior da edificação: a circulação vertical, em que a ventilação ocorre em grande parte por convecção; cada ambiente em relação à circulação vertical e a orientação e disposição das aberturas nas salas propriamente ditas.

O espaço escolhido para análise nesta pesquisa foi a Sala 202, de documentos não encadernados. Esta sala contém, além da área correspondente à planta livre, uma área anexa, adjacente à caixa de circulação vertical, voltada para a fachada leste. Junto a esta área anexa, há uma área fechada por paredes de alvenaria, sem aberturas para o exterior. A área correspondente à planta livre possui janelas voltadas para as fachadas leste e oeste. A Sala

202 é exclusiva para guarda do acervo, com janelas mantidas regularmente fechadas. Neste caso, a maior parte da troca de ar ocorre através da circulação vertical. De acordo com relatório cedido pelo Arquivo, no ano 2002, análises do ambiente indicaram que o problema apresentado pela edificação anexa, onde a Reserva Técnica está localizada, está relacionado às grandes variações e aos altos índices de umidade relativa interna. O objetivo do monitoramento neste setor é caracterizar as condições climáticas das salas de reserva técnica, que venham nortear ações de conservação preventiva no local.

Para esta pesquisa foram utilizados dados do ano de 2003 correspondendo a um total de 283 dias de monitoramento (Tabela 27).

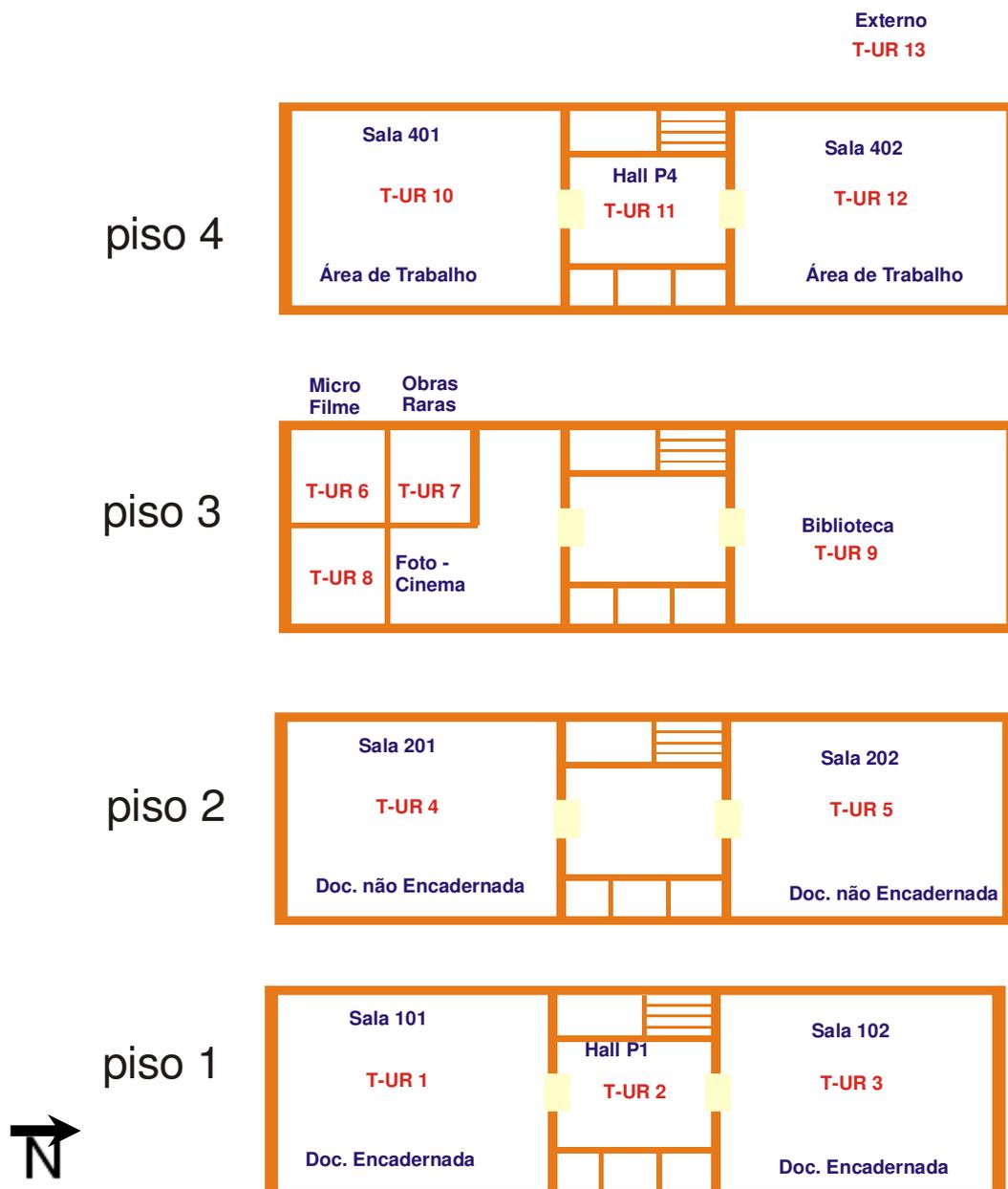
**TABELA 27 - DIAS ANALISADOS**

ANO 2003 / Dias do mês											
jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1	1	1	1	-	1	1	1	1	-	1	1
2	2	2	2	-	2	2	2	2	-	2	2
3	3	3	3	-	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	-	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	-	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	-	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	-	-	7	7	7
8	8	8	8	8	-	8	-	-	8	-	8
9	9	9	9	9	-	-	-	-	9	9	-
10	10	10	10	10	10	-	10	-	-	10	-
11	11	11	11	11	11	-	11	11	11	11	-
12	12	12	12	12	12	-	12	12	12	12	-
13	13	13	13	13	13	-	13	13	13	-	13
14	14	14	14	14	14	-	-	14	14	-	14
15	15	15	15	15	15	15	-	15	15	15	15
16	16	16	16	-	-	16	-	16	16	16	16
17	17	17	17	-	-	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	-	-	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	-	-	19	19	19	19	-	19
20	20	20	20	-	-	20	20	-	-	20	20
21	21	21	21	-	-	21	-	-	21	21	21
22	22	22	22	22	-	22	-	-	22	22	22
23	23	23	23	23	-	23	-	-	23	23	23
24	24	24	24	24	-	24	-	24	24	24	24
25	25	25	25	25	-	-	-	25	25	25	25
26	26	26	26	26	-	-	26	26	-	26	26
27	27	27	27	27	-	-	27	27	-	27	27
28	28	28	28	28	-	-	28	28	-	28	28
29	-	29	29	29	-	-	29	-	-	29	29
30	-	30	30	30	-	-	30	-	-	30	30
31	-	31	-	31	-	-	-	-	-	-	31

FONTE: Pesquisa

A Figura 33 mostra um esquema em planta baixa dos quatro pavimentos do anexo, onde estão localizadas as salas de reservas técnicas monitoradas e a localização dos sensores de temperatura e umidade relativa interna e externa. Os sensores internos foram instalados a uma mesma altura de 2,20 m em todas as salas. Os sensores externos foram devidamente protegidos de insolação e chuva.

**FIGURA 33 - PLANTA BAIXA DA RESERVA TÉCNICA**



FONTE: Arquivo Público Mineiro - MG

#### 4.3.2 Desenvolvimento de Equações Preditivas

Para o desenvolvimento das Equações Preditivas foram utilizados dados horários de temperatura e umidade interna e externa da Sala 202, área de guarda do acervo de documentos não encadernados, do edifício anexo ao Arquivo Público Mineiro, monitorada durante o ano de 2003, sendo considerados 283 dias do ano. Porém, como os dados de umidade absoluta necessários para a realização desta análise não estavam disponíveis, somente dados de umidade relativa, foi necessário realizar uma conversão da umidade relativa para a umidade absoluta, conversão esta já apresentada no Capítulo 3, item 3.3.

A partir da análise realizada, foram geradas equações preditivas para a sala em questão, considerando como variáveis dependentes as temperaturas internas mínima, média e máxima diária e as umidades absolutas internas mínima, média e máxima diárias.

#### 4.3.3 Tratamento dos Dados de Temperatura

As Tabelas 28 a 30 descrevem o tratamento dos dados de temperatura para o Arquivo Público Mineiro, Sala 202, área de guarda do acervo.

**TABELA 28 - INFORMAÇÕES PARA A TEMPERATURA INTERNA**

<b>TEMPERATURA INTERNA (<math>T_{int}</math>)</b>	
Temperatura interna mínima diária	$T_{int \ min}$
Temperatura interna média diária	$T_{int \ med}$
Temperatura interna máxima diária	$T_{int \ max}$

FONTE: Pesquisa

**TABELA 29 - INFORMAÇÕES PARA A TEMPERATURA EXTERNA**

<b>TEMPERATURA EXTERNA (<math>T_{ext}</math>)</b>	
Temperatura externa mínima diária	$T_{ext \ min}$
Temperatura externa média diária	$T_{extmed}$
Temperatura externa máxima diária	$T_{ext \ max}$

FONTE: Pesquisa

**TABELA 30- INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DAS MÉDIAS MENSAIS**

<b>CÁLCULO DAS MÉDIAS MENSAIS (<math>GT</math>)</b>	
Média da temperatura externa mínima para cada período (mês)	$GT_{ext \ min}$
Média da temperatura externa média para cada período (mês)	$GT_{extmed}$
Média da temperatura externa máxima para cada período (mês)	$GT_{ext \ max}$

FONTE: Pesquisa

A Tabela 31 apresenta as informações utilizadas para o cálculo da diferença entre temperatura externa mínima, média e máxima diária e a média da temperatura externa de cada período (mês).

**TABELA 31 - INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DA DIFERENÇA**

Diferença entre a temperatura externa mínima diária e a média da temperatura externa mínima para cada período $T_{ext\ min} - GT_{ext\ min}$
Diferença entre a temperatura externa média diária e a média da temperatura externa para cada período $T_{extmed} - GT_{extmed}$
Diferença entre a temperatura externa máxima diária e a média da temperatura externa máxima para cada período $T_{ext\ max} - GT_{ext\ max}$

FONTE: Pesquisa

Krüger e Givoni (2004) asseveram que, em alguns casos, o cálculo da temperatura mínima interna exige dados do dia anterior em função do atraso térmico de algumas edificações.

Segundo Fernandes (2005), o uso de dados do dia anterior insere na equação a inércia térmica da edificação, obtendo-se melhores resultados quando se calcula a temperatura mínima interna, sendo, porém, necessário gerar a equação a partir do método original, considerando apenas a mínima externa do dia como variável explicativa, comparando-a com a equação contendo o dia anterior, adotando-se, por fim, a que produzir melhores resultados. Esse procedimento de considerar dados do dia anterior só deverá ser adotado quando “a comparação dos gráficos da temperatura mínima interna e da temperatura média externa apresentar forma semelhante, porém com atraso de um dia por parte da temperatura mínima interna” (FERNANDES, 2005, p.75).

A Tabela 32 apresenta as informações utilizadas para o cálculo da média do dia anterior.

**TABELA 32 - INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DA MÉDIA DO DIA ANTERIOR**

Temperatura externa média do dia anterior $T_{extmed} (n - 1)$
Diferença entre a temperatura externa média do dia anterior e a temperatura mínima externa $T_{extmed} (n - 1) - T_{ext\ min}$

FONTE: Pesquisa

#### 4.3.4 Tratamento dos Dados de Umidade do Ar

A partir da conversão da umidade relativa para a umidade absoluta, os dados horários de umidade absoluta do ar interna e externa dos 283 dias monitorados durante o ano de 2003 foram analisados e organizados através do software Microsoft Excel 2000.

As Tabelas 33 e 34 apresentam as informações utilizadas para o tratamento dos dados de umidade do ar para o Arquivo Público Mineiro, Sala 202, área de guarda do acervo.

**TABELA 33 - INFORMAÇÕES UTILIZADAS PARA A UMIDADE DO AR**

<b>UMIDADE ABSOLUTA INTERNA (<math>W_{int}</math>)</b>	
Umidade absoluta interna mínima diária	$W_{int\ min}$
Umidade absoluta interna média diária	$W_{int\ med}$
Umidade absoluta interna máxima diária	$W_{int\ max}$

FONTE: Pesquisa

**TABELA 34 - INFORMAÇÕES UTILIZADAS PARA A UMIDADE DO AR**

<b>UMIDADE ABSOLUTA EXTERNA (<math>W_{ext}</math>)</b>	
Umidade absoluta externa mínima diária	$W_{ext\ min}$
Umidade absoluta externa média diária	$W_{ext\ med}$
Umidade absoluta externa máxima diária	$W_{ext\ max}$

FONTE: Pesquisa

A Tabela 35 apresenta as informações utilizadas para o cálculo das médias mensais de umidade do ar, sendo considerados para a Capela dados concentrados de cinco em cinco dias durante cada mês.

**TABELA 35 - CÁLCULO DAS MÉDIAS MENSAIS**

<b>CÁLCULO DAS MÉDIAS MENSAIS (<math>GW</math>)</b>	
Média da umidade absoluta externa mínima para cada período (mês)	$GW_{ext\ min}$
Média da umidade absoluta externa média para cada período (mês)	$GW_{ext\ med}$
Média da umidade absoluta externa máxima para cada período (mês)	$GW_{ext\ max}$

FONTE: Pesquisa

A Tabela 36 apresenta as informações utilizadas para o cálculo da diferença entre a umidade absoluta externa mínima, média e máxima diária e a média da umidade absoluta externa de cada período (mês). Na Tabela 37 temos as informações utilizadas para o cálculo da média do dia anterior.

**TABELA 36 - INFORMAÇÕES PARA O CÁLCULO DAS DIFERENÇAS**


---

Diferença entre a umidade absoluta externa mínima diária e a média da umidade absoluta externa mínima para cada período (mês)

$$W_{ext\ min} - GW_{ext\ min}$$


---

Diferença entre a umidade absoluta externa média diária e a média da umidade absoluta externa para cada período (mês)

$$W_{extmed} - GW_{extmed}$$


---

Diferença entre a umidade absoluta externa máxima diária e a média da umidade absoluta externa máxima para cada período (mês)

$$W_{ext\ max} - GW_{ext\ max}$$


---

FONTE: Pesquisa

**TABELA 37 - INFORMAÇÕES UTILIZADAS PARA O CÁLCULO DA MÉDIA DO DIA ANTERIOR**


---

Umidade externa média do dia anterior

$$W_{extmed} (n - 1)$$


---

Diferença entre a umidade externa média do dia anterior e a umidade externa mínima

$$W_{extmed} (n - 1) - W_{ext\ min}$$


---

FONTE: Pesquisa

#### 4.3.5 Variáveis a Explicar e Variáveis Explicativas

As equações preditivas foram geradas a partir da análise do padrão de relação entre a temperatura e umidade interna, variáveis dependentes de interesse, e as variáveis externas que podem alterá-la.

De forma semelhante à análise gráfica do padrão de relação entre a variável dependente de interesse e as variáveis independentes que podem alterá-la, realizada para a Capela Cônego José Ernser, determinaram-se as variáveis independentes para o Arquivo Público Mineiro. Depois de verificado este padrão de comportamento das temperaturas e umidades internas em relação às externas, define-se qual delas poderá ser adotada como variável explicativa.

As Tabelas 38 e 39 mostram as temperaturas e umidades absolutas internas a explicar e as respectivas variáveis explicativas de temperatura e umidade absoluta para o Arquivo Público Mineiro, sala 202, área de guarda do acervo.

**TABELA 38 - VARIÁVEIS DE TEMPERATURA**

<b>Variáveis a explicar</b> Temperatura interna	<b>Variáveis explicativas</b> Temperatura externa
$T_{int\ min\ 1}$	$GT_{ext\ min}, T_{ext\ min} - GT_{ext\ min} \ e \ T_{extmed} (n-1) - T_{ext\ min}$
$T_{int\ min\ 2}$	$GT_{ext\ min} \ e \ T_{ext\ min} - GT_{ext\ min}$
$T_{int\ med}$	$GT_{extmed} \ e \ T_{extmed} - GT_{extmed}$
$T_{int\ max\ 1}$	$GT_{ext\ max} \ e \ T_{ext\ max} - GT_{ext\ max}$
$T_{int\ max\ 2}$	$GT_{extmed} \ e \ T_{extmed} - GT_{extmed}$

FONTE: Pesquisa

**TABELA 39 - VARIÁVEIS DE UMIDADE ABSOLUTA**

<b>Variáveis a explicar</b> Umidade absoluta interna	<b>Variáveis explicativas</b> Umidade absoluta externa
$W_{int\ min\ 1}$	$GW_{ext\ min}, W_{ext\ min} - GW_{ext\ min} \ e \ W_{extmed} (n-1) - W_{ext\ min}$
$W_{int\ min\ 2}$	$GW_{ext\ min} \ e \ W_{ext\ min} - GW_{ext\ min}$
$W_{int\ med}$	$GW_{extmed} \ e \ W_{extmed} - GW_{extmed}$
$W_{int\ max\ 1}$	$GW_{ext\ max} \ e \ W_{ext\ max} - GW_{ext\ max}$
$W_{int\ max\ 2}$	$GW_{extmed} \ e \ W_{extmed} - GW_{extmed}$

FONTE: Pesquisa

#### 4.3.6 Equações Preditivas Geradas para a Temperatura e Umidade Absoluta do Ar

Conforme o procedimento de geração de equações preditivas, descrito sumariamente na seção 4.2.6, a partir da definição das variáveis a explicar e as explicativas para a temperatura e para a umidade absoluta, os dados diários dos respectivos períodos foram exportados para arquivos do tipo txt.

Através do *software Sphinx Plus*, da *Le Sphinx Développement*, versão 2.09k realizou-se a análise de regressão múltipla, a partir da qual se obtiveram cinco equações preditivas para a Sala 202 - Reserva Técnica do Arquivo Público Mineiro, relacionando temperaturas internas com temperaturas externas e umidades absolutas internas com umidades absolutas externas.

Por meio do Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ) os resultados das estimativas de temperatura e umidades absolutas internas foram comparados com os dados medidos.

As equações preditivas fornecidas pelo *Sphinx*, com seus respectivos coeficientes de determinação, são apresentadas nas Tabelas 40 e 41 a seguir:

**TABELA 40 - EQUAÇÕES PARA A TEMPERATURA**

---


$$T_{\text{int min}} 1 = 1,023 * GT_{\text{ext min}} + 0,991 * (T_{\text{ext min}} - GT_{\text{ext min}}) + 0,680 * (T_{\text{ext med}} (n - 1) - T_{\text{ext min}}) + 0,131 \dots \dots \dots (Eq.14)$$

$$R^2_{\text{min}} = 0,90$$

$$T_{\text{int min}} 2 = 1,722 * GT_{\text{ext min}} + 0,957 * (T_{\text{ext min}} - GT_{\text{ext min}}) - 11,904 \dots \dots \dots (Eq.15)$$

$$R^2_{\text{min}} = 0,89$$

$$T_{\text{int med}} = 1,014 * GT_{\text{ext med}} + 0,819 * (T_{\text{ext med}} - GT_{\text{ext med}}) + 1,863 \dots \dots \dots (Eq.16)$$

$$R^2_{\text{med}} = 0,89$$

$$T_{\text{int max}} 1 = 0,962 * GT_{\text{ext max}} + 0,590 * (T_{\text{ext max}} - GT_{\text{ext max}}) + 0,859 \dots \dots \dots (Eq.17)$$

$$R^2_{\text{max}} = 0,87$$

$$T_{\text{int max}} 2 = 1,174 * GT_{\text{ext med}} + 0,962 * (T_{\text{ext med}} - GT_{\text{ext med}}) - 1,082 \dots \dots \dots (Eq.18)$$

$$R^2_{\text{max}} = 0,92$$


---

FONTE: Pesquisa

**TABELA 41 - EQUAÇÕES PARA A UMIDADE ABSOLUTA**

---


$$W_{\text{int min}} 1 = 0,997 * GW_{\text{ext min}} + 0,919 * (W_{\text{ext min}} - GW_{\text{ext min}}) + 0,161 * (W_{\text{ext med}} (n - 1) - W_{\text{ext min}}) - 0,838$$

$$R^2_{\text{min}} = 0,97 \dots \dots \dots (Eq.19)$$

$$W_{\text{int min}} 2 = 1,004 * GW_{\text{ext min}} + 0,821 * (W_{\text{ext min}} - GW_{\text{ext min}}) - 0,936 \dots \dots \dots (Eq.20)$$

$$R^2_{\text{min}} = 0,98$$

$$W_{\text{int med}} = 0,971 * GW_{\text{ext med}} + 0,822 * (W_{\text{ext med}} - GW_{\text{ext med}}) - 0,817 \dots \dots \dots (Eq.21)$$

$$R^2_{\text{med}} = 0,99$$

$$W_{\text{int max}} 1 = 0,939 * GW_{\text{ext max}} + 0,965 * (W_{\text{ext max}} - GW_{\text{ext max}}) - 0,645 \dots \dots \dots (Eq.22)$$

$$R^2_{\text{max}} = 0,97$$

$$W_{\text{int max}} 2 = 0,978 * GW_{\text{ext med}} + 0,766 * (W_{\text{ext med}} - GW_{\text{ext med}}) - 0,14 \dots \dots \dots (Eq.23)$$

$$R^2_{\text{max}} = 0,96$$


---

FONTE: Pesquisa

## CAPÍTULO 5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas as análises das condições ambientais dos espaços estudados.

Como visto na revisão bibliográfica, é extremamente complexa a adoção de temperaturas e umidades relativas ideais para a conservação de acervos, uma vez que a umidade relativa do ambiente determinará a quantidade de vapor d'água em materiais de origem orgânica e, dependendo das variações de umidade relativa, estes materiais absorvem ou liberam umidade até atingirem um equilíbrio com o ambiente circunvizinho. Ao ocorrerem variações significativas, a tendência é o desencadeamento das mudanças dimensionais, comprometendo assim a integridade física do bem cultural.

Por outro lado, a estabilidade da temperatura e da umidade relativa dentro dos parâmetros adotados na conservação preventiva é também um tanto relativo, pois segundo Sebera (1997) é possível estabelecer pares apropriados de temperatura e umidade relativa sem comprometer obras sobre papel, desde que em ambientes com algum controle mecânico. Reilly (1997) apresenta o Índice de Permanência e o Índice de Efeito Tempo de Preservação, afirmando que a temperatura e a umidade atuam em conjunto, acelerando ou reduzindo a deterioração química dos materiais orgânicos. Michalski (2003) lembra que, para manter a temperatura e umidade relativa do ar em níveis constantes e moderados, com baixas flutuações, faz-se necessário o uso de controle mecânico para este fim, o que é uma prática inviável para a maioria das instituições brasileiras, sem contar com a necessária economia de energia exigida nos dias de hoje.

Dos parâmetros recomendados de temperatura e umidade relativa na revisão bibliográfica, o que pareceu mais coerente com a realidade do clima brasileiro, a ser adotado nesta pesquisa, são os parâmetros recomendados por De Guichen (1984), entre 50% a 65% de umidade relativa.

## 5.1 CRITÉRIOS ADOTADOS PARA AVALIAÇÃO DO USO DO INSUFLAMENTO DE AR

A viabilidade do uso da estratégia de insuflamento de ar em espaços museológicos seria uma alternativa para minimizar os problemas decorrentes do ambiente inadequado. Neste trabalho, foram feitas estimativas de acionamento do sistema de insuflamento, considerando somente os critérios de umidade relativa e umidade absoluta. Estas estimativas sucederam após os períodos de monitoramento e a geração das equações preditivas, o que permitiu a realização de uma análise sobre o uso da estratégia de ventilação forçada para reduzir ou aumentar os níveis de vapor d'água em ambientes internos dentro dos limites estabelecidos.

A escolha do critério de análise, umidade relativa e umidade absoluta, partiu da pesquisa desenvolvida por Güths *et al.* (2001), apresentado na seção 2.6.3, em que os autores chegam à conclusão que acionar o sistema de insuflamento de ar somente adotando o critério “umidade relativa externa versus interna” seria insuficiente, sendo necessário também considerar, para acionamento do sistema de insuflamento de ar, a umidade absoluta.

Assim, para os espaços analisados nesta pesquisa, utilizou-se como limite mínimo para insuflamento de ar 50% e limite máximo 65% de umidade relativa, conforme recomendado por De Guichen (1984), sem negligenciar a umidade absoluta.

Portanto, o procedimento consistiu em conferir:

a) Para o limite máximo de 65%:

quando a umidade absoluta externa máxima for menor que a umidade absoluta interna máxima ( $W_{EXT} \text{ máx} < W_{INT} \text{ máx}$ ) e ambas corresponderem a valores de umidade relativa externa inferiores a 65%, a estimativa indicaria que o sistema poderia ser acionado.

b) Para limite mínimo de 50%:

quando a umidade absoluta externa mínima estiver acima da umidade absoluta interna mínima ( $W_{EXT} \text{ min} > W_{INT} \text{ min}$ ) e ambas corresponderem a valores de umidade relativa externa inferiores à umidade relativa mínima recomendada, neste caso, 50%, o sistema seria acionado.

## 5.2 ANÁLISE DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS

A análise a seguir é resultado das estimativas baseadas nas equações preditivas geradas para a temperatura e a umidade do ar.

Para a estimativa e análise da Capela empregaram-se equações preditivas para a temperatura e umidade do ar apresentadas no Capítulo 4, seção 4.2.6, e para a sala 202 - reserva técnica do Arquivo Público Mineiro equações preditivas para a temperatura e umidade do ar que obtiveram os melhores coeficientes de correlação descritas na seção 4.3.6.

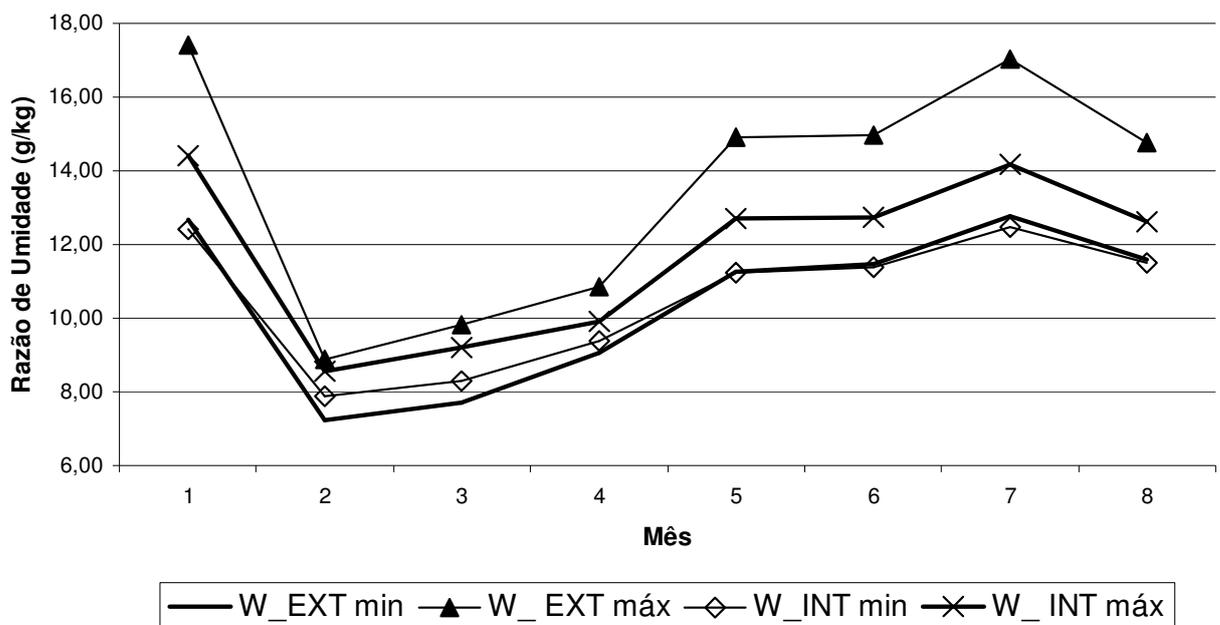
### 5.2.1 Análise das Condições Ambientais para a Capela Cônego José Ernser Rio Negro – PR

O Gráfico16 mostra as médias de cada mês de monitoramento quanto à umidade absoluta interna e externa.

Nota-se, na figura, que a umidade máxima externa é mais alta que a interna, sendo esta relação praticamente independente da quantidade de visitantes na Capela.

Os níveis mínimos internos e externos mantêm-se próximos. Uma possível explicação é que a grande área de superfície, massa térmica das paredes e o piso da Capela podem ter absorvido o vapor de água gerado pelas pessoas que entram na Capela.

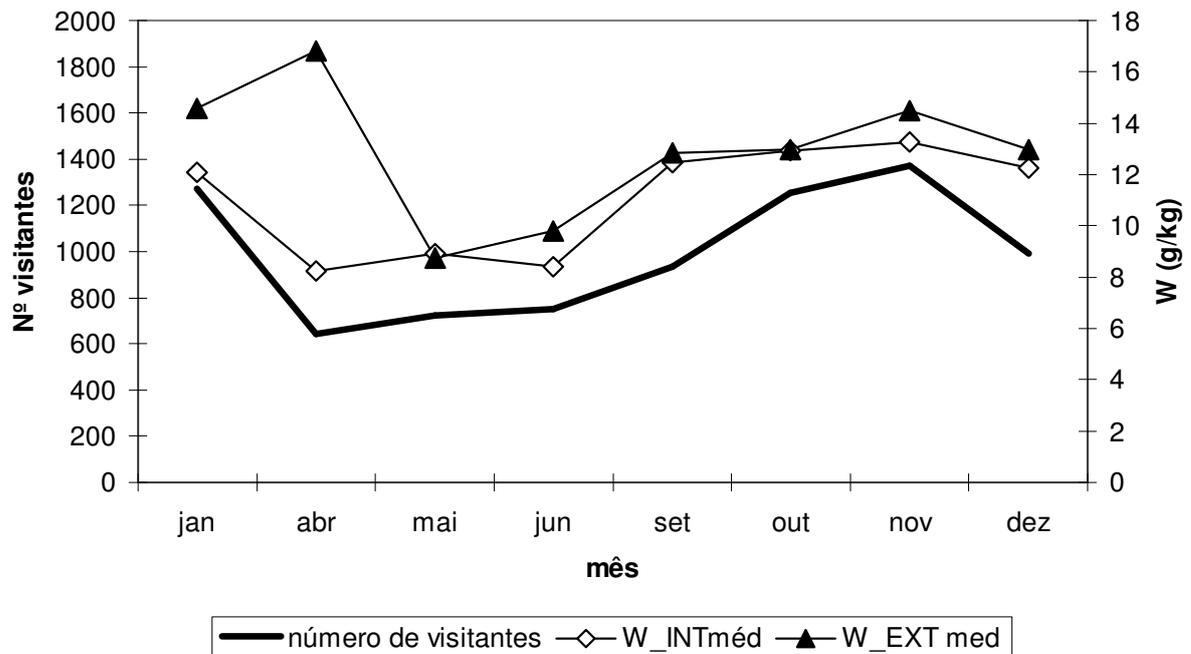
**GRÁFICO 16 - MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE ABSOLUTA EXTERNA E INTERNA**



FONTE: Pesquisa

O Gráfico 17 mostra o número de visitantes e a umidade absoluta média interna e externa nos meses de monitoramento.

**GRÁFICO 17 - NÚMERO DE VISITANTES E AS MÉDIAS MENSIS DE UMIDADE ABSOLUTA EXTERNA E INTERNA**



FONTE: Pesquisa

A estimativa de umidade relativa interna, com ventilação forçada, foi feita considerando as seguintes suposições:

- a) As taxas de ventilação são suficientemente altas; e,
- b) A remoção de umidade interna é possível através da ventilação forçada.

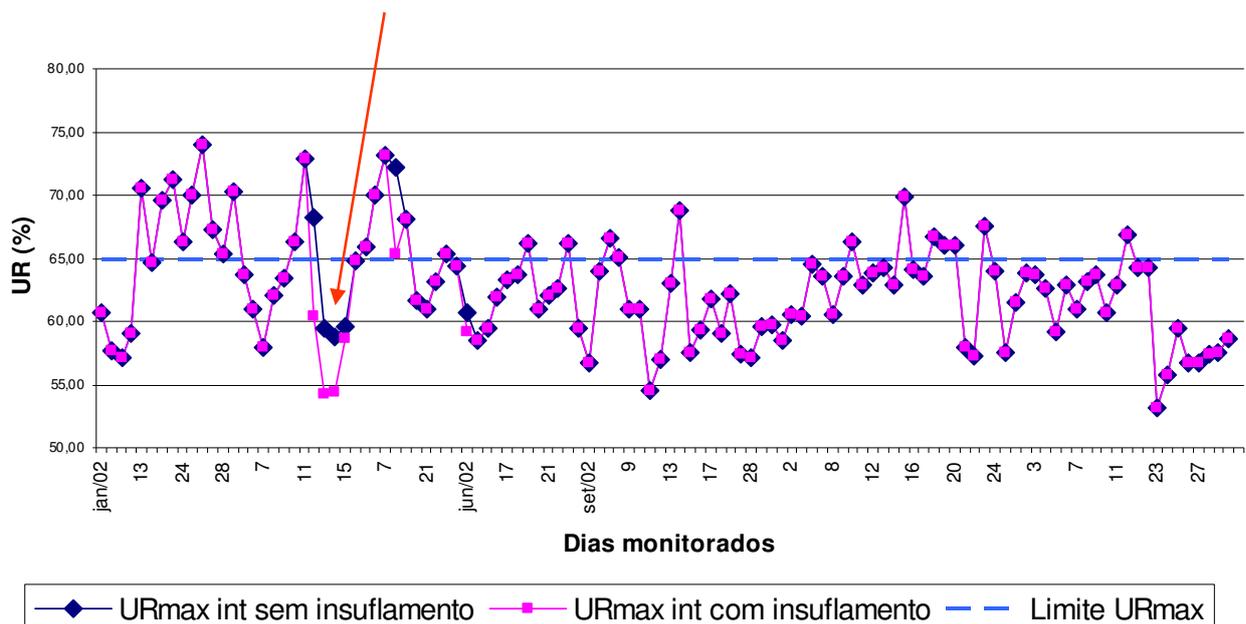
O mesmo procedimento de cálculo realizado a partir das fórmulas da ASHRAE foi então usado para calcular a umidade relativa interna quando a Capela é ventilada (no caso, foi considerado que a umidade absoluta interna e a externa se igualam).

No Gráfico 18 a curva da umidade relativa máxima interna com insuflamento partiu do critério da umidade absoluta, ou seja, quando a umidade absoluta máxima interna predita for maior do que a umidade absoluta externa medida, haverá o insuflamento e este será suficiente para que a umidade absoluta interna seja equivalente à externa medida. Caso

contrário não haverá o insuflamento e a umidade absoluta máxima interna será equivalente à umidade absoluta interna predita. Já a curva da umidade relativa máxima interna sem insuflamento considerou que a umidade absoluta máxima interna é a predita.

A linha tracejada indica o limite máximo para a umidade relativa interna de 65%. Observam-se resultados quando não havia nenhuma ventilação forçada (curva UR\_max int sem insuflamento) e quando a ventilação forçada é considerada (UR\_max int com insuflamento).

**GRÁFICO 18 - ANÁLISE DO LIMITE MÁXIMO DE UMIDADE RELATIVA INTERNA**



FONTE: Pesquisa

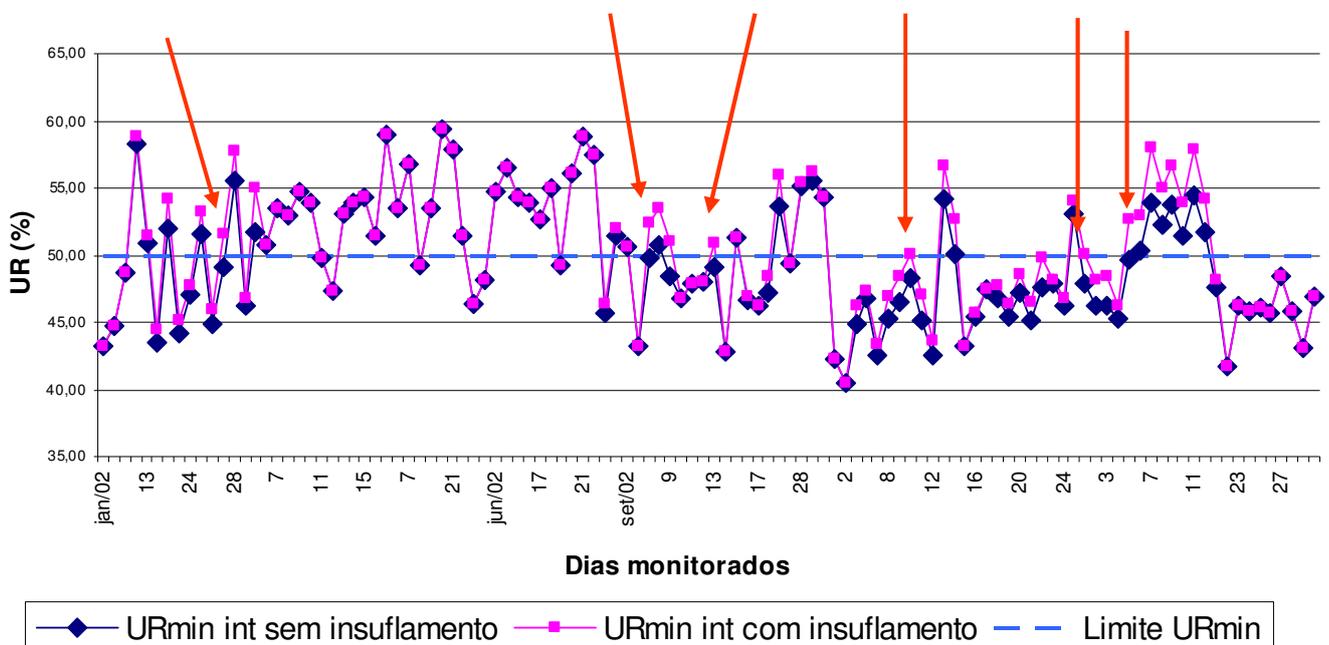
A situação em que a ventilação forçada poderia reduzir o nível de vapor interno a níveis indicados é verificada somente no dia 12 de abril, quando a umidade interna se manteve acima dos valores externos (Gráfico 18). Dos 112 dias analisados, 73% desses estiveram abaixo do limite máximo estudado de 65% de umidade relativa.

A análise demonstrou que, para o período analisado, o uso da estratégia de ventilação forçada para a Capela, tendo em vista a redução dos níveis de vapor interno para os indicados pela conservação preventiva, não teria um uso efetivo pelo fato do ambiente interno apresentar uma umidade relativa menor que 65%.

Quanto ao limite mínimo para a umidade relativa interna, adotou-se 50%, observando-se vários períodos abaixo do mínimo recomendado.

Nos períodos em que a umidade absoluta externa mínima é superior à umidade absoluta interna mínima ( $W_{EXT\ min} > W_{INT\ min}$ ) e ambas correspondem a valores de umidade relativa inferiores à umidade relativa mínima recomendada, com o insuflamento torna-se possível aproximar a umidade relativa interna do limite mínimo recomendado (Gráfico 19).

**GRÁFICO 19 - ANÁLISE DO LIMITE MÍNIMO DE UMIDADE RELATIVA INTERNA**



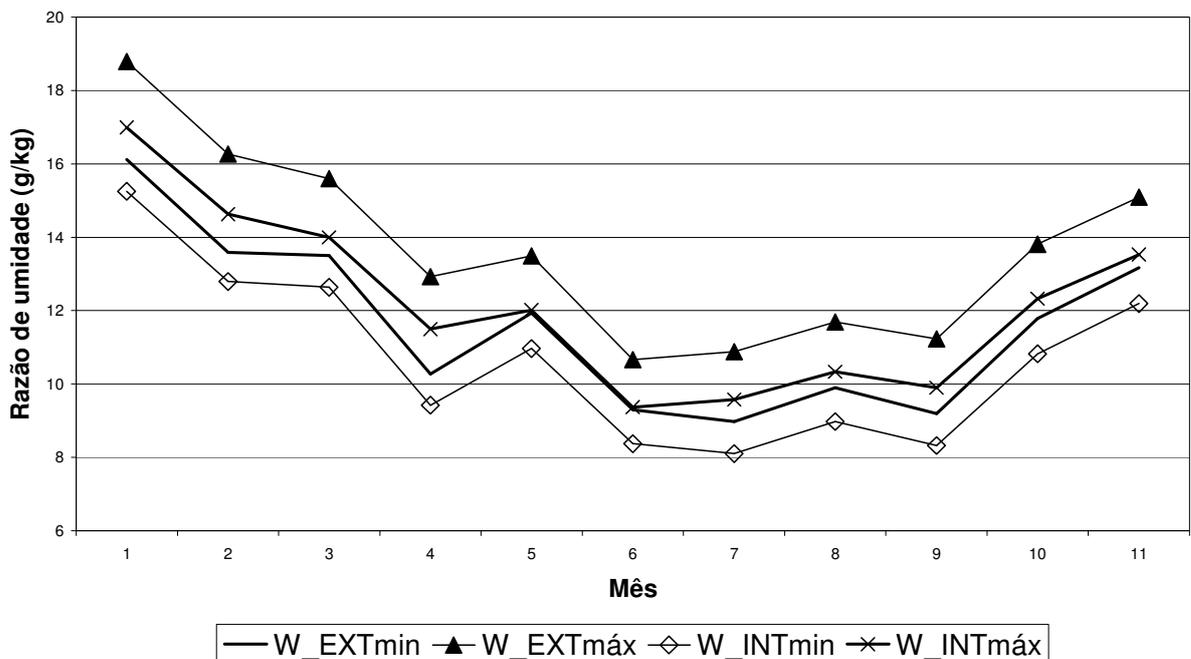
FONTE: Pesquisa

Na maioria dos dias, a umidade relativa interna e externa apresentaram-se em níveis semelhantes. Segundo a estimativa realizada, apenas 6,25% dos dias o insuflamento de ar poderia elevar as condições de umidade para cima do nível recomendado de 50%, sendo estes: dia 27 de janeiro, dias 07 e 09 de setembro, dia 13 de outubro, dias 10 e 26 de novembro e dia 05 de dezembro.

### 5.2.2 Análise das Condições Ambientais para a Sala 202 – Reserva Técnica do Arquivo Público Mineiro

O Gráfico 20 mostra as médias de cada mês de monitoramento quanto à umidade absoluta interna e externa. Observa-se que, para a sala 202 – reserva técnica de documentos não encadernados do Arquivo Público Mineiro, a umidade absoluta externa máxima mantém-se mais elevada que a interna durante todo o período monitorado, ocorrendo a mesma situação na grande maioria do período para as umidades absolutas mínimas externas e internas. Tal condição se dá devido ao fato desse ambiente permanecer fechado e com baixa ocupação durante a maior parte do tempo.

**GRÁFICO 20 - MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE ABSOLUTA EXTERNAS E INTERNAS**

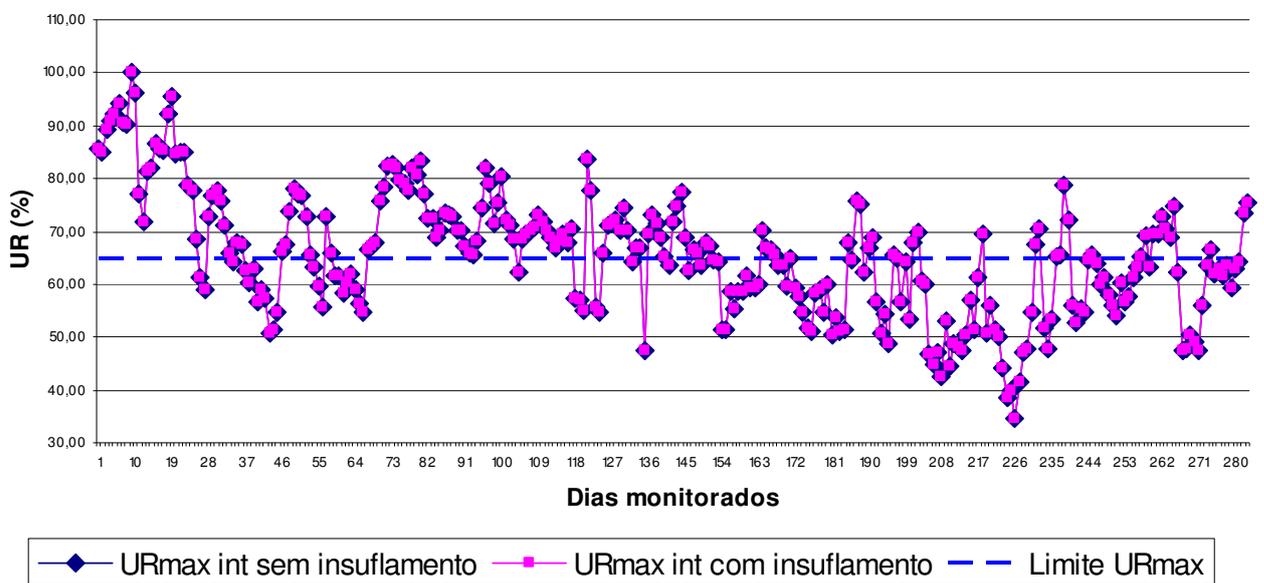


FONTE: Pesquisa

O mesmo procedimento utilizado na Capela para determinar os dias de insuflamento para o controle da umidade relativa externa, foi adotado na sala 202 da reserva técnica do Arquivo Público Mineiro, tendo 50% como limite mínimo e 65% o limite máximo adotado para a umidade relativa interna.

O Gráfico 21 mostra o limite máximo indicado para umidade relativa interna, a linha tracejada de 65%. Os resultados são apresentados quando não havia nenhuma ventilação forçada (curva UR\_max int sem insuflamento) e quando a ventilação forçada era considerada (UR\_max int com insuflamento). A análise mostrou que, dadas as condições ambientais, o insuflamento seria desnecessário pelo fato do ambiente externo conter altas umidades.

**GRÁFICO 21 - ANÁLISE PARA O LIMITE MÁXIMO DE UMIDADE RELATIVA PARA INSUFLAMENTO**



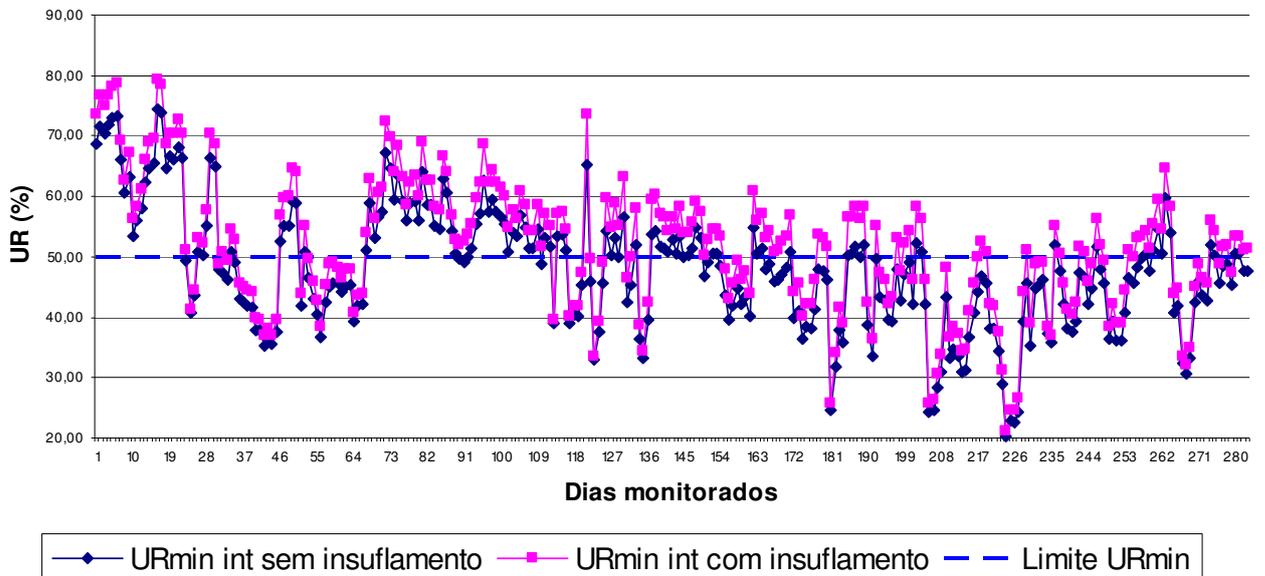
FONTE: Pesquisa

Com relação ao valor mínimo interno de umidade relativa em 50%, observam-se alguns períodos abaixo do mínimo recomendado.

Segundo a estimativa realizada, em 14,08% dos dias o insuflamento de ar poderia elevar as condições de umidade acima do nível recomendado de 50%, sendo os meses mais significativos para insuflamento o mês de julho com 7 dias (dia 1º e entre os dias 18 e 23, mês de novembro com 6 dias e dezembro com 4 dias.

Os demais meses corresponderam de 1 a 3 dias de insuflamento no mês (Gráfico 22).

**GRÁFICO 22 - ANÁLISE PARA O LIMITE MÍNIMO DE UMIDADE RELATIVA PARA INSUFLAMENTO**



FONTE: Pesquisa

### 5.3 ANÁLISE DA VIABILIDADE, OU NÃO, DO USO DE VENTILAÇÃO FORÇADA A PARTIR DAS EQUAÇÕES PREDITIVAS

Nesta pesquisa, o objetivo de usar as equações preditivas foi para, a partir delas, adaptar uma metodologia de análise que permitisse verificar se o uso da ventilação forçada é viável, ou não, para amenizar as condições adversas do ambiente, procurando-se definir através destas análises os períodos do ano mais adequados à consecução desse processo de ventilação.

Foi verificado que o uso destas equações é de grande valia, uma vez que se realizaram a partir da metodologia adotada as análises das condições do ambiente interno. Observou-se então que, a partir destas equações, é possível fazer estimativas de conservação.

No que tange à viabilidade, ou não, do uso de ventilação forçada para o interior dos museus estudados, pode-se verificar:

- a) Na Capela Cônego José Ernser – para os níveis máximos estabelecidos de 65% de umidade relativa, o insuflamento de ar poderia reduzir o nível de vapor interno somente em um dia de monitoramento, no dia 12 de abril, quando a umidade interna se mantinha acima dos valores externos. Para os limites mínimos, 50% de umidade relativa interna, foi possível verificar que mesmo a umidade interna e externa apresentando-se em níveis semelhantes, várias situações indicaram que o insuflamento de ar poderia ter um efeito de elevar as condições de umidade para acima do nível recomendado de 50%.
- b) No Arquivo Público Mineiro – sala 202 – reserva técnica de documentos não encadernados - para os níveis máximos estabelecidos de 65% de umidade relativa, a análise mostrou que o insuflamento de ar seria desnecessário por conter altas umidades externas. As análises também demonstraram que nenhuma situação ocorreu que indicasse o insuflamento de ar para o controle da máxima. Para os limites mínimos, porém, observaram-se vários períodos em que a umidade relativa esteve abaixo do mínimo recomendado e diversas situações indicaram que o insuflamento de ar poderia elevar a umidade relativa próxima a 50%. É importante frisar que este insuflamento se daria em horários específicos do dia, em geral, determináveis.

## CAPÍTULO 6      CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciar esta pesquisa algumas questões sobre o Patrimônio Cultural e a responsabilidade com a preservação do mesmo foram abordadas, uma vez que há uma interação entre o passado, o presente e o futuro. Perante tantas adversidades do mundo, a preservação do patrimônio histórico, artístico e cultural tem sido um dos grandes desafios a serem enfrentados. Através da preservação da memória cultural, será possível ao homem revitalizar a sua história, uma vez que os bens culturais, materiais e imateriais possuem categorias de informação diversas, pelos dados históricos, iconográficos, tecnológicos e estéticos, que, por sua vez, estão agregados aos valores afetivo, cognitivo, psicomotor e espiritual de cada cultura e época.

No que concerne à conservação preventiva e à restauração, foi evidenciado serem atividades com finalidades distintas e que, nas últimas décadas, tem-se enfatizado mais a prática da conservação preventiva à restauração propriamente dita. Isto porque a ação da conservação preventiva desenvolve-se de maneira global e não pontual, uma vez que busca aplicar todas as alternativas possíveis, quando viáveis, para garantir a correta conservação e manutenção do bem cultural, sem descuidar do contexto em que está inserido. Evidenciou-se, também, que a ação da conservação preventiva está diretamente relacionada com toda a equipe de profissionais envolvidos, direta ou indiretamente, com o acervo.

A prática e o estudo da conservação preventiva no Brasil são ainda recentes e muitas instituições brasileiras ainda desenvolvem seus projetos de conservação, de acordo com as suas possibilidades.

Ao abordar, na revisão bibliográfica, questões relacionadas ao ambiente, foi possível constatar que, em condições inadequadas de temperatura e umidade relativa, ocorrem vários processos de degradação em materiais de origem orgânica, tais como mudanças dimensionais, reações químicas e biodeterioração.

Quanto às mudanças dimensionais, em umidade relativa elevada, estes materiais se expandem e em baixa umidade relativa sofrem contração, provocando deformações, fissuras, deslocamentos em suas partes, veios e rupturas de fibras. Já a degradação química, é acelerada quando o material é submetido a altas temperaturas e, em menor grau, pelos níveis de umidade relativa. Entretanto, com umidade mais elevada, mais água encontra-se disponível para as reações de hidrólise. Os exemplos de degradação química são: as alterações de cor; o

papel poderá tornar-se quebradiço causado por um processo químico; apodrecimento do couro; perda da resistência dos têxteis.

A degradação biológica está condicionada à umidade relativa elevada do ambiente, acima de 70%. Abaixo deste valor, os esporos permanecem inativos sobre o material hospedeiro, porém tornar-se-ão ativos quando a umidade elevar-se novamente. Se a umidade relativa permanecer por alguns dias em torno de 70-75%, algumas espécies germinam e crescem, principalmente as que atacam materiais de bibliotecas, arquivos, trabalhos artísticos com suporte sobre papel, impressões fotográficas e filmes negativos. Os danos causados pelos insetos são irreversíveis e o ciclo de desenvolvimento de muitos tipos ocorre em umidade acima de 60% e temperatura entre 20 e 30 °C.

Observou-se o quanto é complexo ter um ambiente adequado e estável para a conservação dos bens culturais, principalmente no que se refere à degradação biológica, uma vez que este é o tipo de degradação que mais tem preocupado a comunidade de conservadores. Faz-se necessário salientar que as características climáticas do Brasil propiciam a proliferação dos mais diversos tipos de ataque biológico em acervos.

Foi apresentado o método das isopermas desenvolvido por Sebera (1997). Este método permite quantificar os efeitos que a temperatura e a umidade relativa têm sobre a perspectiva de vida em obras sobre papel, podendo também ser adaptado a outros tipos de materiais de origem orgânica. O autor citado acima mostra que a degradação quimicamente induzida aumenta com a elevação da temperatura e da umidade e, com a diminuição destes, ocorre o aumento da permanência do papel. O método traz vantagens aos conservadores, pois, se forem feitas alterações simultâneas na temperatura e umidade relativa, de maneira que o decréscimo de uma delas compense o aumento da outra, a taxa de degradação resultante refletirá seus efeitos combinados. Os pares de temperatura e umidade relativa, quando transferidos para um gráfico, geram uma linha de permanência constante definida como uma isoperma. Isto vem permitir ao conservador verificar, considerando a realidade local, quais pares de temperatura e umidade relativa poderão ser adotados, que apresentem o mesmo valor de permanência.

É possível também conhecer o estado de conservação atual das coleções, obtido a partir do diagrama de isopermas. Este diagrama fornece uma estimativa quantitativa da situação de preservação e assegura o conservador as modificações necessárias para melhorar o estado de conservação das coleções. É lógico que o monitoramento do ambiente é fundamental para poder pensar nas estratégias a serem adotadas. Muito embora a instalação

de sistemas de monitoramento do ambiente para a obtenção de dados de temperatura e umidade relativa possa ser técnica e economicamente inviável para a maioria das instituições brasileiras, configurando um enorme desperdício ter equipamentos para este fim e não saber fazer interpretações que sejam pertinentes.

A abordagem de Reilly (1997), apresentada na dissertação sobre o índice de permanência (IP) e índice de efeito tempo de preservação (IETP), poderá ser uma ferramenta útil aos conservadores.

O IP é expresso em anos e permite quantificar a qualidade das condições ambientais de armazenamento, fornecendo o tempo que materiais orgânicos poderiam tornar-se deteriorados, se, a temperatura e a umidade relativa não variassem a partir do momento da medição. Já o IETP estima o efeito cumulativo ao longo do período de monitoramento, das condições variáveis de temperatura e umidade relativa, sobre esta taxa de deterioração química em coleções.

Para se determinar o IP a partir de uma combinação de temperatura e umidade relativa, deve-se consultar a tabela de definição do IP apresentada por Reilly. Esta tabela apresenta uma série de combinações distintas de temperatura e umidade relativa que fornecerão o mesmo valor de IP, em que valores equivalentes de permanência podem ser alcançados de forma distinta. Para a conservação preventiva, este estudo indica de que forma medidas coerentes poderão ser tomadas para aumentar a vida útil das coleções.

Ainda há muitas dúvidas por parte da comunidade de conservadores de museus, biblioteca e arquivos, no que diz respeito ao ambiente das coleções. Apesar da literatura disponível sobre o assunto ser vasta, o acesso ainda é limitado para grande parte das instituições. Observa-se que inúmeras indagações ainda precisam ser esclarecidas, principalmente quando se trata dos parâmetros ambientais “ideais” de temperatura e umidade relativa recomendados, adotados muitas vezes sem nenhum critério. O que mais preocupa no momento é que muitas instituições brasileiras ainda carecem de orientações no que diz respeito à conservação adequada das coleções, além de não possuírem uma estrutura financeira que permita tomar ações necessárias; e, quando a possuem, nem sempre a empregam de maneira adequada. Pesquisas nessa área ainda estão sendo realizadas, portanto todo aporte de conhecimento que permita de alguma forma nortear alternativas viáveis de conservação preventiva, deveria ser considerado e avaliado.

Demonstrou-se que, sem a realização de um período contínuo de monitoramento das condições ambientais reais a que um acervo está submetido, fica muito difícil estabelecer

metas e diretrizes de conservação. Assim, a partir do monitoramento do ambiente, será possível, através de diagnósticos de conservação, programar ações corretivas que venham, de alguma forma, aumentar a expectativa de vida das coleções.

Quando proposto o desenvolvimento desta pesquisa, constatou-se que diversas instituições indicadas para análise já possuíam sistemas de monitoramento do ambiente e uma prática contínua de conservação preventiva. Os espaços analisados foram:

- a) A Capela Cônego José Ernser, restaurada no ano de 2001, cujo acervo é constituído de pintura mural e tem acompanhamento de técnicos em conservação preventiva; e,
- b) a Reserva Técnica do Arquivo Público Mineiro, sala 202 – reserva técnica de documentos não encadernados, onde vários projetos de conservação preventiva e pesquisa na área do ambiente foram implementados no Arquivo como um todo.

O instrumento utilizado nestas instituições para o monitoramento das condições térmicas do acervo, CLIMUS - Sistema de Gerenciamento Ambiental, desenvolvido em universidade brasileira, agregou, pelos seus criadores, diversos avanços tecnológicos, entre eles, os parâmetros IP e IETP, que o colocaram na vanguarda nacional e internacional.

Nesta pesquisa foram utilizados, apenas, os dados horários de temperatura e umidade do ar. Estes dados foram sistematizados em planilha Excel, transformados em dados diários, para depois verificar graficamente o padrão de relação entre a variável dependente de interesse (temperatura e umidade interna) e as variáveis independentes que poderiam alterá-la (temperatura e umidade externa). Após esta verificação, os dados foram exportados para arquivos do tipo txt. Foi utilizado então o *software Sphinx Plus*, da *Le Sphinx Développement*, versão 2.09k, para a obtenção das equações preditivas para os espaços estudados. Estas equações, sugeridas por Givoni (1998) para avaliar o desempenho térmico de edificações, foram, também, utilizadas nesta pesquisa para análise de ambientes de museu. Elaborou-se, então, uma metodologia que permitisse, a partir das equações geradas, a realização de tais análises.

Estas análises permitiram responder ao problema de pesquisa apresentado no início desta pesquisa:

- c) Até que ponto um sistema de insuflamento de ar poderá ser uma alternativa viável para minimizar os problemas adversos do ambiente em espaços museológicos; e, em que condições climáticas e com que frequência este sistema de insuflamento poderia ser empregado?

Neste caso, observou-se que, para o controle da umidade relativa mínima estabelecida, o sistema poderia ser uma alternativa, pois as análises indicaram algumas situações nas quais o insuflamento de ar poderia ter um efeito de elevar as condições de umidade para cima do nível mínimo recomendado em ambos os espaços estudados. Entretanto isso não resolveria para reduzir os níveis que estivessem acima do máximo permitido, pois dadas as condições ambientais, o insuflamento seria desnecessário pelo fato do ambiente externo conter altas umidades.

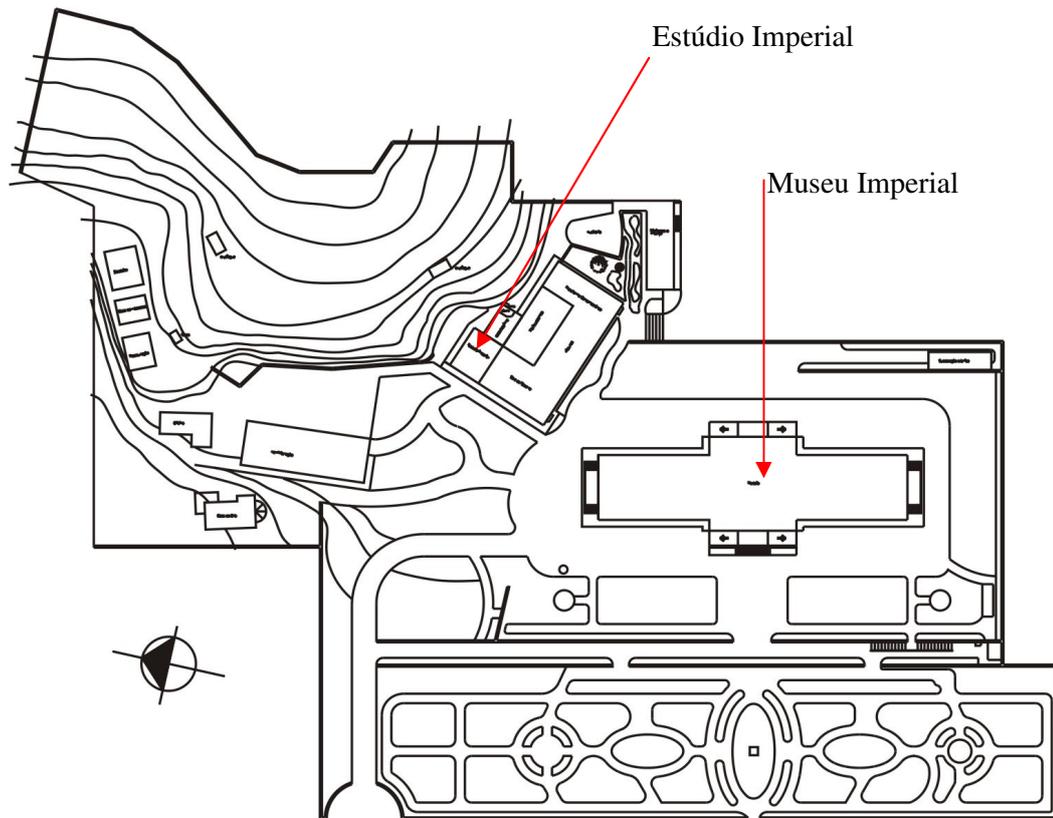
Para os casos analisados, salienta-se nenhuma eficiência do sistema para reduzir os níveis que estivessem acima do máximo permitido e pouca eficiência quanto ao controle da umidade relativa mínima (6,25% dos dias analisados para a Capela e 14,08% para a reserva técnica do Arquivo Público Mineiro).

Com relação às condições climáticas em que este sistema poderia ser empregado, necessitar-se-iam mais análises, uma vez que os espaços estudados apresentaram-se relativamente secos, isto é, a umidade interna foi inferior à externa durante praticamente todo o período de monitoramento.

Uma análise do potencial de insuflamento de ar para controle das condições ambientais internas traria resultados mais significativos em ambientes com problemas acentuados de alta umidade.

No início desta pesquisa, além dos espaços analisados, Capela Cônego José Ernser e a reserva técnica do Arquivo Público Mineiro, pretendia-se analisar também o espaço Estúdio Imperial, edificação histórica anexa ao Museu Imperial, localizado em Petrópolis RJ.

A Figura 34 mostra a planta de situação com a respectiva localização do Estúdio Imperial.

**FIGURA 34 – PLANTA DE SITUAÇÃO**

FONTE: Museu Imperial

Em visitas técnicas realizadas pela autora em Petrópolis, observou-se a proximidade deste espaço à encosta, além do entorno ser caracterizado por muitas árvores (Figura 35).

**FIGURA 35 - FACHADA DO ESTÚDIO IMPERIAL**

FONTE: Pesquisa

Através dos dados de temperatura e umidade relativa interna constatou-se que uma das salas deste anexo apresenta altos índices de umidade interna. O alto índice de umidade relativa interna nesta sala pode estar ocorrendo em virtude da sua localização (ao lado da encosta), migração de umidade ascendente pela existência de cisterna (Figura 36).

**FIGURA 36 – ENTORNO**



FONTE: Pesquisa

As conseqüências negativas da umidade interna nesta sala são extremas e evidentes, pois apresenta, inclusive, grande infestação por fungos e prejuízos à própria edificação.

Este espaço do Estúdio Imperial, pelas suas características ambientais, tem sido uma das preocupações dos conservadores e arquitetos do Museu Imperial, uma vez que está sendo preparado para receber exposição permanente de obras sobre papel.

A Figura 37 mostra a planta baixa do Pavilhão. O contorno, em azul, mostra o espaço do Estúdio Imperial que está sendo monitorada pelo CLIMUS.

A seta vermelha indica a sala que apresenta alto índice de umidade relativa em relação às demais monitoradas.



diferentes espaços, a partir da possibilidade do uso da estratégia de ventilação forçada, para verificar se os níveis de vapor d'água em ambientes internos poderiam reduzir, ou aumentar, para os limites mínimos e máximos indicados na conservação preventiva.

Evidenciou-se que o uso das equações preditivas foi de grande importância nesta pesquisa, uma vez que permitiu análises do ambiente e uma conscientização de que não basta insuflar ar externo para dentro dos espaços, propiciar a renovação do ar através de ventilação natural ou cruzada ou até mesmo através de aberturas de janelas, sem o devido conhecimento das condições reais externas.

É de grande importância a investigação contínua por parte dos conservadores de museus. É preciso neste momento perceber toda a complexidade que existe nos espaços museológicos no que diz respeito à conservação das coleções.

## 6.1 IMPLICAÇÕES E LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Em relação às limitações encontradas durante a realização desta pesquisa, pode-se afirmar que a principal foi a falta de fornecimento de dados de monitoramento por parte de algumas instituições contatadas que possuem sistema de monitoramento do ambiente. Este fato é negativo quando se pretende fazer comparações do uso do método de predição em regiões climáticas distintas. Outra dificuldade encontrada foi a distância entre instituições: mesmo realizando-se análises através de dados fornecidos via *on-line*, para o conservador é imprescindível conhecer *in loco* o espaço que se está investigando, a localização dos sensores de monitoramento, verificar o tipo de edificação, tipo de acervo, sem o que, o diagnóstico de conservação poderia ficar comprometido. Entretanto, esta questão foi superada e as visitas técnicas foram realizadas conforme o previsto.

## 6.2 SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Com relação às pesquisas futuras, é evidente que o campo de investigação da conservação preventiva não se esgotará. Várias são as instituições museológicas no Brasil localizados sob os mais variados contextos, seja no que se refere ao clima local, às características construtivas do museu, ao tipo de acervo e nos procedimentos realizados na conservação, evidenciando com isso que outros espaços poder-se-iam, também, considerar.

Propostas de pesquisa que poderiam dar continuidade a esta dissertação:

1. Realizar, a partir do monitoramento do ambiente, análises comparativas em espaços localizados em diversas regiões do país, todavia inseridos em uma mesma zona bioclimática, verificando com isso se há ocorrência de similaridade quanto ao uso do insuflamento de ar para a conservação.
2. Fazer as análises do ambiente mediante a geração de equações preditivas, restringindo a utilização dos dados de acordo com as estações do ano. Isto permitiria uma análise mais detalhada da eficácia do uso do insuflamento de ar em museus para cada período.
3. Comparar os dias recomendados para o insuflamento de ar de acordo com as características construtivas da edificação e seu comportamento térmico em função do clima onde está localizado. Através das comparações obtidas, fazer um cruzamento de informações baseando-se no índice de permanência e no “índice de efeito tempo de preservação” do espaço estudado.
4. Verificar se a presença de visitantes nos espaços museológicos provoca alterações climáticas significativas em ambientes internos, considerando que a função social do museu, enquanto espaço de educação, deve estar atrelado à conservação do patrimônio.
5. Analisar espaços que apresentam umidade relativa interna, significativamente elevada em relação ao ambiente externo.

## GLOSSÁRIO

- CORROSÃO** Deterioração estrutural de um material, provocada pela ação química ou eletroquímica espontânea de agentes do meio ambiente, em particular sais, ácidos e álcalis. Um exemplo de corrosão é o enferrujamento (ROSENFELD, 1997, p.40).
- DELIQUÊSCÊNCIA** Do lat. *Delinquescentia* fenômeno pelo qual certos corpos sólidos, com grande afinidade para a água, passam a líquidos, em presença do ar úmido. (MICHAELIS, melhoramentos). A absorção de água da atmosfera por um sal higroscópico em tais quantidades que acaba por se formar uma solução concentrada do sal.
- ESTUQUE** Mistura de gesso, cola água ou outras combinações de ingredientes usada para acabamento de paredes. Em restauração, é a massa utilizada para preencher colunas (ROSENFELD, 1997, p.55).
- FOXING** (Fungo-oxidação) – considerado, por alguns, uma infecção fúngica que resulta de uma reação química entre os sais ferrosos do papel com alguns ácidos orgânicos produzidos pelos fungos (ROSENFELD, 1997, p.60).
- FUNGO** Tipo de organismo vegetal parasitário, destituído de clorofila e que se alimenta de compostos orgânicos. Desenvolve-se principalmente em ambientes quentes. Exemplos que proliferam em obras de arte: *aspergillus niger*, *cladosporium hebarum*, etc. Nas obras de arte alimentam-se da celulose encontrada na madeira, no papel e em colas à base de amidos e proteínas (ROSENFELD, 1997, p.60).
- FISSURAS** Separação paralela entre o estrato pictórico e a base de preparação ou entre a base de preparação e o suporte. Esse tipo de fissura ocorre quando a adesão entre as camadas desaparece (ROSENFELD, 1997, p.59).
- MOFO** Nome dado a um tipo e/ou colônia de fungos, normalmente filamentosos-algodonoso, que vive de matérias orgânicas em decomposição (ROSENFELD, 1997, p.78).
- PERGAMINHO** Pele de ovelha ou cabra, macerada na cal, raspada, polida, esticada e seca, muito usada no passado como material sobre o qual se escrevia ou pintava. Usada na confecção de bíblias e livros em geral. Eram necessárias peles de cerca de 300 ovelhas para a produção de um exemplar de uma bíblia (ROSENFELD, 1997, p.90).
- PERMANÊNCIA** No contexto da Conservação Preventiva é essencial compreender que ela denota o tempo necessário para que se atinja algum estado específico de deterioração ou resistência residual.

**RESERVA  
TÉCNICA**

Local de um museu onde são guardados os objetos que não se encontram em exposição. As condições ambientais da reserva técnica devem ser mantidas constantes. Esse controle deve incluir tanto instalações adequadas quanto o controle da umidade e da temperatura dentro de limites preestabelecidos (ROSENFELD, 1997, p. 101). São também considerados reservas técnicas locais onde são acondicionados livros, documentos e objetos raros quando não estão à disposição do deleite do público.

Acúmulo de pó, manchas e sujidades depositados sobre a superfície de um quadro (ROSENFELD, 1997, p.108). Estas sujidades também poderão estar assentadas em documentos, livros, fotografias e objetos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, Cristina. Arqueologia: Iraque em pedaços. **Revista Galileu** outubro de 2003. Edição 147. Disponível em <<http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT611053-1942,00.html>> Acesso em: mar de 2004.

BECK, Ingrid. **Infra-estrutura e políticas de preservação para os arquivos brasileiros**. Disponível em: <[www.arquivonacional.gov.br/pub/virtual/conferencias/mesa/redonda/ingrid.htm](http://www.arquivonacional.gov.br/pub/virtual/conferencias/mesa/redonda/ingrid.htm)> Acesso em: 25 de fev de 2005.

BORTOLETTO, Maria. E.; MACHADO, Rejane. R.; COUTINHO, Eliana. **Contaminação fúngica do acervo da Biblioteca de Manginhos da Fundação Oswaldo Cruz: ações desenvolvidas para a sua solução**. Enc. BIBLI: Revista Eletrônica de Biblioteconomia. Ciência da Informação, n. 14. Florianópolis. 2002.

BRASIL. Constituição da República dos Estados Unidos do. Da Organização Federal. Capítulo I Art 10. 1934.

BRASIL. Constituição da república Federativa do. Texto consolidado até a Emenda Constitucional nº 20 de 15 de dezembro de 1998. Título VIII - Da Ordem Social Capítulo III - Da Educação, da Cultura e do Desporto Seção II - Da Cultura. Art 216. Disponível em: [http://legis.senado.gov.br/con1988/CON1988\\_16.02.1998/art\\_216\\_.htm](http://legis.senado.gov.br/con1988/CON1988_16.02.1998/art_216_.htm).

CARVALHO, Silmara K. P. **Insuflamento de ar em museus**. Relatório de estágio de aperfeiçoamento, apresentado ao Ministério da Cultura. Florianópolis [S.n.], 2001.

CASSARES, Norma C. **Como fazer conservação preventiva em arquivos e bibliotecas**. São Paulo: Arquivo do Estado / Imprensa Oficial. 2000.

CAVAGNARI *et al.* Curso técnico de pintura mural. In: FÓRUM BRASILEIRO DO PATRIMÔNIO CULTURAL, 1., 2004, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Arquitetura da UFMG; Escola de Belas Artes da UFMG, 2004. p. 205-206.

CONWAY, Paul. **Caderno Técnico: Preservação no Universo Digital**. nº 52. p. 3-21. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 1997.

CORRÊA, Maria C. L. **Avaliação dos parâmetros de controle ambiental em museus: um estudo de caso sobre o uso de insuflamento de ar na Reserva Técnica do Museu Universitário Professor Oswaldo Rodrigues Cabral**, 2003. 161 f. Dissertação (Mestrado em engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

COSTA, Ênio C. da. **Arquitetura ecológica: condicionamento térmico natural**. São Paulo: Edgard Blücher, 1982.

COSTA, Humberto B. da. **Meteorologia sinótica CPREP - QOEMET**. Barbacena: EPCAR, 1996.

CRUZ, Maury R. **Museu reflexões**. 1. ed. Curitiba: Secretaria de Estado da Cultura, 1993.

CRUZ, Maury R. **Cadernos de psicofonias**. Glossário. Curitiba PR: SBEE. 2004, p 136, 139,150 e 167.

CRUZ, Maury R. **A educação como processo ativo**. Curitiba PR, 2000. Disponível em: <http://www.falec.br> Acesso em: 06 de jun 2004.

DE GUICHEN, Gäel. **Climatização em museus: fichas técnicas**. 2. ed. Roma: ICCROM, 1984.

DE GUICHEN, Gäel. **La conservación preventiva: ¿Simple moda pasajera o cambio trascendental?** París: UNESCO. Museum Internacional. n° 201 (vol.51, n°1, 1999) Tradução Fundación Patrimonio Histórico Claves OAP. Año 1/n. 5. Disponível em: [http://biblioteca.unp.edu.ar/cregional/Claves%20OAP/Claves%20OAP\\_5.htm](http://biblioteca.unp.edu.ar/cregional/Claves%20OAP/Claves%20OAP_5.htm)

DUMKE, Eliane M. S. **Avaliação do Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos da Vila Tecnológica de Curitiba como Subsídio para o Estudo de Tecnologias Apropriadas em Habitação de Interesse Social**. 2002. 210f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba PR, 2002.

FERNANDES, Leandro. **Utilização de equações de regressão linear para estimativa do desempenho térmico de edificações de interesse social**. Curitiba, 2005. 199 f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.

FOLMER-JOHNSON Tore Nils Olof. **Elementos de Termologia**. São Paulo: Editora Livraria Nobel S.A. capítulo 06, p.186-189. 1965.

GETTY CONSERVATION INSTITUTE (GCI). **Evaluación para la conservación: Modelo propuesto para evaluar las necesidades de control del entorno museístico**, 1998. Disponível em: <[http://www.getty.edu/conservation/publications/pdf\\_publications/assessmodels.pdf](http://www.getty.edu/conservation/publications/pdf_publications/assessmodels.pdf)> Acesso em: 29 de mar de 2005.

GIRAUDY, Danièle; BOUILHET, H. **O museu e a vida**. Tradução de Jeanne France Filiatre Ferreira da Silva. Rio de Janeiro: Fundação Nacional Pró-Memória, 1990. Tradução de: *Le Musée et la vie*. Paris, La documentation Française, 1977, 96 p.

GIVONI, Baruch. Effectiveness of mass and night ventilation in lowering the indoor daytime temperatures. Part I: 1993 experimental periods. **Energy and Buildings**, n. 28, p. 25-32, 1998.

GIVONI, Baruch. Minimum climatic information needed to predict performance of passive buildings in hot climates. In: THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE – PLEA'99. 1999, Brisbane, Austrália. **Proceedings...** p.-197-202.

GIVONI, Baruch; VECCHIA, F. Predicting thermal performance of occupied houses. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 18., 2001, Florianopolis, Brasil. **Proceedings...** p .701-705.

GIVONI, Baruch; VECCHIA, F.; KRÜGER, Eduardo. Predicting Thermal Performance of Housing Types in Developing Countries with Minimum Climatic Data. In: WORLD CONGRESS OF RENEWABLE ENERGY, 7. 2002. Colônia. **Proceedings...** Colônia: WREN, 2002

GÜTHS, Saulo. **Sistema de gerenciamento ambiental CLIMUS**. Florianópolis, Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termofísicas. Departamento de Engenharia Mecânica - Universidade Federal de Santa Catarina. 1998.

GÜTHS, Saulo. **Sistema de gerenciamento ambiental CLIMUS** - Descrição Genérica. Florianópolis, LMPT – UFSC, 2000.

GÜTHS *et al.* Monitoring system and air supply system to preservation of collections. In: Reunião do Conselho Internacional de Museus ICOM CC,13., 2002, **Seção de Pôster**. Rio de Janeiro, 2002.

HALFON, Vera A. **Revisão bibliográfica sobre controle integrado de insetos que atacam papéis em acervos**. Monografia (Pesquisa Departamento de Ciência e Gestão da Informação) – UFPR, Curitiba, 1999.

ICOMOS. **Restauração estrutural do patrimônio arquitetônico**. Documento aprovado pelo comitê na reunião de Paris, 2001. Tradução Silvia Puccioni, IPHAN. Disponível em: <[http://www.icomos.org.br/pdf/Rec%20\\_Brasil.pdf](http://www.icomos.org.br/pdf/Rec%20_Brasil.pdf)>, Acesso em: 29 de mar de 2005.

INSTITUTO CANADIENSE DE CONSERVACIÓN. **Precauciones para las zonas de depósito**. Cuidado de las Colecciones – Pautas Generales. Ottawa: Instituto Canadiense de Conservación, 1999. Notas del ICC 1/1.

INSTITUTO CANADIENSE DE CONSERVACIÓN. **Cuidado del marfil, el hueso, los cuernos y las cornamentas de ciervo**. Ottawa: Instituto Canadiense de Conservación, 1999. Materiales Etnográficos. Notas del ICC 6/1.

INSTITUTO CANADIENSE DE CONSERVACIÓN. **Cuidado de la cestería**. Ottawa: Instituto Canadiense de Conservación, 1999. Materiales Etnográficos. Notas del ICC 6/2.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Cartas Patrimoniais**. Carta de Veneza, maio de 1964. II Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos dos Monumentos Históricos. ICOMOS. Disponível em <<http://www.iphan.gov.br/legislac/cartaspatrimoniais/veneza-64.htm>> Acesso mar 2005.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Cartas Patrimoniais**. Declaração do México, 1982. Conferência Mundial sobre as Políticas Culturais. Disponível em <<http://www.iphan.gov.br/legislac/cartaspatrimoniais/mexico-86.htm>> Acesso março 2005.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Cartas Patrimoniais**. Carta do restauro Governo da Itália, abril 1972. Ministério de Instrução Pública da Itália. Circular nº 117. Disponível em: <<http://www.iphan.gov.br/legislac/cartaspatrimoniais/cartadorestauro-72.htm>> Acesso março 2005.

KRÜGER, Eduardo L.; AGUIAR, E.C.; PEREIRA, L.A. Desempenho térmico de um protótipo construído a partir de blocos ISOPET. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC), 7., e , CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES (COTEDI), 3., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUC-PR, 2003. v. 1, p. 1229-1236.

KRÜGER, Eduardo L. Avaliação de desempenho térmico em 11 cidades Brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC) E III CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES (COTEDI), 7., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUC, 2003. v. 1, 249 – 256 p.

KRÜGER, Eduardo L. O uso de equações preditivas na avaliação do desempenho térmico de um protótipo habitacional constituído de materiais alternativos. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 77-86, 2003.

KRÜGER, Eduardo L.; GIVONI, Baruch. Predicting thermal performance in occupied dwellings. **Energy and Buildings**, n. 36, p. 301-307, dec. 2004.

ÍNDICE FUNDAMENTAL DO DIREITO. Dos Bens. Código Civil, Seção I - Dos Bens Imóveis - Art. 79. Seção II - Dos Bens Móveis - Art. 82. [http://www.dji.com.br/codigos/2002\\_lei\\_010406\\_cc/010406\\_2002\\_cc\\_0079\\_a\\_0081.htm](http://www.dji.com.br/codigos/2002_lei_010406_cc/010406_2002_cc_0079_a_0081.htm). Acesso em 07 de dez 2005.

LORD, Barry; LORD G. Dexter. **Manual de gestión de museos**. 1. ed. Barcelona: Editorial Ariel, 1998.

MAGNANI, J.G.C. **Pensar grande o patrimônio cultural**. Lua Nova-Cultura e Política, São Paulo, v. 3, n.2, p. 62-67, 1986.

MASCARENHAS, A.C. As variações dimensionais nos bens culturais em madeira. In: MENDES, M. BAPTISTA A.C.N. **Restauração Ciência e Arte**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/IPHAN, 1996. p.362 - 374

MICHALSKI, Stefan. La conservacion preventiva e las normas ambientales: nuevas consideraciones. Washington: **APOYO**, v-6, p.3-8,1995.

MICHALSKI, Stefan. Setting standards for conservation: new temperature and relative humidity guidelines are now published. **CCI Newsletter**, N°. 24, November 1999.

MICHALSKI, Stefan. **Guidelines for Humidity and Temperature in Canadian Archives**. Bulletin 15. Canadian Council of Archives (2003). Disponível em:<[http://www.cdncouncilarchives.ca/RBch3\\_en.pdf](http://www.cdncouncilarchives.ca/RBch3_en.pdf)> Acesso em jun de 2005.

MinC. **Programa de formação e capacitação na área da museologia**. Brasília. 2003. Disponível em: <http://www.revistamuseu.com.br/emfoco/emfoco.asp?id=2066>. Acesso em 26 dez 2005.

MORA, Paolo; MORA, L.; PHILLIPOT, P. **Conservation of wall paintings**; Stoneham: Butterwords-Focall Press; UK, 1984. Edición inglesa de Nathan Brommelle y Elizabeth Pye.

MUSTARDO, Peter; KENNEDY, Nora. **Caderno Técnico**: fotografias e filmes. Preservação de fotografias: métodos básicos de salvar suas coleções. nº 39. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 1997.

OGDEN, Sherelyn. **Caderno Técnico**: meio ambiente. Temperatura, umidade relativa do ar, luz e qualidade do ar: diretrizes básicas para a conservação. nº 14. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 1997.

OGDEN, Sherelyn *et al.* **Caderno Técnico**: emergência com pragas em arquivos e bibliotecas. Controle integrado de pragas. nº 26. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 1997.

PADFIELD, Tim. **The absorption of water by materials 2/96**. Disponível em <http://www.natmus.dk/cons/tp/>. Acesso em: 16 de ago. 2005.

PORCK, J. Henk; TEYGELER, René. **Preservation science survey: an overview of recent developments in research on the conservation of selected analog library and archival materials**. Washington, DC. : European Commission on Preservation and Access, 2001. Council on library and information resources.

PRICE, L. Olcott *et al.* **Caderno técnico**: emergência com pragas em arquivos e bibliotecas. Como lidar com uma contaminação de mofo: instruções e resposta a uma situação de emergência. n. 28. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 1997.

PUCCIONI, Silvia. **Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico**. Comitê Científico Internacional para Análise e Restauração de Estruturas do Patrimônio Arquitetônico - ISCARSAH. Documento aprovado pelo Comitê na Reunião de Paris, 13 de setembro de 2001. Versão brasileira. Disponível em: <http://www.icomos.org.br/publicacoes.htm>. Acesso em: jun 2005.

QUEIROZ, Moema N.; SOUZA, Luis. Comunidade de São Sebastião das Águas Claras: A aplicação da conservação preventiva como ferramenta para a conscientização patrimonial – uma proposta preliminar. XI Congresso da ABRACOR: “ A metodologia Científica da Conservação - Restauração de Bens Culturais, 2002, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: Fundação Casa de Rui Barbosa, 2002. p. 91-95.

REILLY *et al.* **Caderno técnico**: meio ambiente. n °19. Novas ferramentas para preservação: avaliando os efeitos ambientais a longo prazo sobre coleções de bibliotecas e arquivos. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 1997.

RIEDERER, Josef. **Restaurieren + Bewahren** : restaurar e preservar. Munique: Goethe Institute, 1986.

SALAS, M.P. **Las dimensiones social y científica de la conservación su enseñanza.** UNNE Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2001. Disponível em: <[www.unne.edu.ar/cyt/2001/2-Humanisticas/H-027.pdf](http://www.unne.edu.ar/cyt/2001/2-Humanisticas/H-027.pdf)> Acesso em: jun 2005.

SEBERA, Donald K. **Caderno técnico: meio ambiente.** nº 18 Isopermas: uma ferramenta para o gerenciamento ambiental. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 1997.

SILVA, A. **Estudos climáticos e ambiente construído no município de Descalvado - SP.** São Carlos, 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo.

SOUZA, Luis A. C. A importância da conservação preventiva. **Revista da Biblioteca Mário de Andrade**, 52, p.87-93. 1994. Disponível em: [http://coremans.eba.ufmg.br/publicacoes/publicacoes\\_import\\_conserv.html](http://coremans.eba.ufmg.br/publicacoes/publicacoes_import_conserv.html). Acesso em: ago 2005.

STOLOW, Nathan. **La conservation des œuvres d'art pendant leur transport et leur exposition.** Paris: UNESCO [1980 ?]

TOLEDO, Francisa. **O controle climático em museus quentes e úmidos -** Seminário de Conservação Preventiva de Bens Culturais – Museu Victor Meirelles. Florianópolis, 2003. Disponível em: [http://www.museuvictormeirelles.org.br/agenda/2003/seminario/franciza\\_toledo.htm](http://www.museuvictormeirelles.org.br/agenda/2003/seminario/franciza_toledo.htm). Acesso em Jun 2005.

TOLEDO, Francisa. **Controle ambiental através de intervenções mínimas em edifícios históricos.** Rio de Janeiro, 2004. Casa de Rui Barbosa. Série Memória e Informação. Disponível em: [http://www.casaruibarbosa.gov.br/biblioteca/serie\\_memoria/serie\\_memoria2004.html](http://www.casaruibarbosa.gov.br/biblioteca/serie_memoria/serie_memoria2004.html). Acesso em: 11 ago. 2005.

THOMSON, Garry. **The museum environment.** 2. ed. London: Butterworth-Heinemann, 1986.

TRINDADE, Maria; *et al.* **Iniciação a museologia.** 1. ed. Lisboa: Universidade Aberta, 1993.

TRINKLEY, Michael. **Considerações sobre preservação na construção e reforma de bibliotecas: planejamento para preservação.** 2. ed. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 2001.

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. Estudos e documentos (Records and Archives Management Programme - RAMP). **Revista da UNESCO.** Paris, 1988. Disponível em: [www.unesco.org/webworld/portalarquivos/ramp\\_studies\\_list.html](http://www.unesco.org/webworld/portalarquivos/ramp_studies_list.html). Acesso em: mar 2005.

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Declaração universal sobre a diversidade cultural.** Publ: 2002; 1v.; CLT. 2002 /WS/9. [http://unesdoc.unesco.org/ulis/cgi-bin/ulis.pl?database=ged&req=2&by=3&sc1=1&look=new&sc2=1&lin=1&mode=e&text=Diversidade+cultural&text\\_p=inc&submit=%A0%A0Go%A0%A0](http://unesdoc.unesco.org/ulis/cgi-bin/ulis.pl?database=ged&req=2&by=3&sc1=1&look=new&sc2=1&lin=1&mode=e&text=Diversidade+cultural&text_p=inc&submit=%A0%A0Go%A0%A0). Acesso em: 01 ago 2005.

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural**. Publ: 2004; 15 p.; WHC.2004/WS/2. [http://unesdoc.unesco.org/ulis/cgi-bin/ulis.pl?ttx=Convenção%20do%20Patrimônio%20Mundial&ttx\\_p=inc&by=3&lin=1&database=ged&look=new&sc1=1&sc2=1&req=2&mode=e&ref=http://unesdoc.unesco.org/ulis/index.html](http://unesdoc.unesco.org/ulis/cgi-bin/ulis.pl?ttx=Convenção%20do%20Patrimônio%20Mundial&ttx_p=inc&by=3&lin=1&database=ged&look=new&sc1=1&sc2=1&req=2&mode=e&ref=http://unesdoc.unesco.org/ulis/index.html). Acesso em: 01 ago. 2005.

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Patrimônio Mundial**. [http://www.unesco.org.br/areas/cultura/patmundial/historiasucinta/mostra\\_documento](http://www.unesco.org.br/areas/cultura/patmundial/historiasucinta/mostra_documento). Acesso em 10 de janeiro de 2006).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA UFSC. **Proposta de norma para ABNT: desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social**. Florianópolis: UFSC, 2003.

VALENTIN, Nieves; *et al.* **Microbial control in archives, libraries and museums by ventilation systems**. Munich: Published by Restaurator, 1998, p.85-107

VALENTIN, Nieves; *et al.* Programa de control integrado de plagas en bienes culturales de países de clima mediterraneo y tropical. Washington: **APOYO**, v.7, n. 1, p. 13-14, jun. 1997.

VALENTIN, Nieves. Tratamentos no toxicos dedesinfectacion con gases inertes. Washington: **APOYO**, v.5, n°2,P.5-6, dic.1994.

VELOSO, Betânia. R. **Proposta para curso de graduação em conservação - restauração de bens culturais móveis**. Belo Horizonte: ABRACOR, 2000.

VICENTE, Vânia. **Curso de Especialização em Conservação e Restauração de obras sobre papel pela UFPR**: notas de aulas dadas na Universidade Federal do Paraná. Local, Centro de Conservação e Restauo 1º semestre de 1998.

## ANEXOS

### DESCRIÇÃO DOS DISPOSITIVOS

Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termofísicas - Departamento de Engenharia Mecânica - Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis / SC

- Sensores disponíveis com transmissão de sinal digital:
  - sensor de temperatura do ar interno. Precisão de leitura: 0.3 °C;
  - sensor de umidade relativa: sensor do tipo sonda capacitiva Precisão de leitura: 3 %;
  - sensores de radiação interna (luz visível e ultravioleta): sensores do tipo Fotodiodo;
  - sensor radiação solar;
  - sensor de condensação em paredes: sensores do tipo termopar diferencial;
  - sensor de qualidade do ar: sensores de tipo semiconductor com sensibilidade para detecção de monóxido de carbono, solventes orgânicos, fumaças, etc.; e,
  - sensor de velocidade do ar: anemômetro a fio quente, etc.
  
- Módulo de controle: saída com chaveamento de relês tiristorizados.
- Módulo de aquisição de sinais de 11 a 88 canais de entradas. Conversor A/D 12 bits.
- Sistema de condicionamento de sinais analógicos padrão 4-20 mA a 0-10 DCV. Alimentação 110V/220V.
- Software de aquisição de sinais CLIMUS-AQUIS compreendendo:
  - visualização dos valores adquiridos em tempo real sobre a planta baixa da edificação;
  - registro em disco rígido dos valores horários médios com varredura a cada segundo;
  - geração de arquivos automáticos;
  - cálculo e registro dos Índice de Preservação (IP) e o Índice de Efeito Tempo sobre a Preservação (IETP).
  
- 
- Software de visualização CLIMUS-VISUAL para visualização dos valores registrados pelo CLIMUS com escolha sobre a planta baixa da edificação;
- Software de acesso remoto via INTERNET.