

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO DO ACERVO DA BIBLIOTECA DA ESCOLA DE ARQUITETURA DA UFMG

Eleonora Sad de Assis, Renata Vasconcelos Bastos

Escola de Arquitetura da UFMG, Laboratório de Conforto Ambiental (LABCON), rua Paraíba,
697, CEP: 30130-140, Belo Horizonte, MG, Brasil, tel.: +55(31)3269-1825,
fax: +55(31)3269-1818, e-mails: elsad@arq.ufmg.br; renatarquiteta@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho mostra uma avaliação das condições de permanência do acervo da Biblioteca da Escola de Arquitetura, que mostra sinais de deterioração devido às condições inadequadas de armazenamento. Dados de temperatura e umidade foram coletados e tratados segundo o método das isopermas, que quantifica os efeitos de fatores ambientais sobre a expectativa de vida útil de acervos em papel. Observou-se uma tendência à variação microclimática interna dos ambientes em torno da curva de isoperma 1,0, o que mostra uma condição de baixa permanência da coleção. Além disso, constatou-se a grande variação da umidade a que o acervo fica submetido ao longo do ano, o que contribui para a instabilidade do papel. Através da simulação de desempenho termohigrométrico de ambientes da Biblioteca utilizando o programa Arqutrop, podem ser estudados os efeitos das propostas de intervenção nas condições internas. Essas condições estimadas pelo programa são novamente tratadas pelo método das isopermas, permitindo avaliar futuramente quais as melhores medidas de intervenção para que o acervo da Biblioteca se torne mais durável, sem, entretanto, ter que expor a coleção a testes, o que seria prejudicial ao acervo já sensibilizado. Os resultados obtidos podem auxiliar na decisão de projeto sobre o condicionamento interno do ambiente em estudo.

ABSTRACT

This paper presents an evaluation of the permanence conditions of the collection at the Library in the building of the UFMG School of Architecture. The collection has already shown deterioration signals due to inadequate conditions of storage. Data of air temperature and relative humidity were measured and processed according to the isoperm method, that quantifies the effect of the environment factors on the life expectancy of the paper. A trend to the internal microclimatic variation around isoperm curve 1.0 was observed, which shows a low condition of permanence of the collection in the present conditions. Moreover, a great variation of the relative humidity was evidenced throughout the year, which contributes for the instability of paper. Through the simulation of the Library thermal performance by using the software Arqutrop, the effect of the intervention proposals in the internal conditions may be studied. These estimated conditions are processed again by the isoperm method allowing future analysis on the best project solutions for the collection conservation without exposing it to harmful tests. The results may be of interest for the decision making in project as for as the internal environment conditioning is concerned.

1. INTRODUÇÃO

Os edifícios de bibliotecas constituem um espaço importante de preservação da informação e de acervos históricos e culturais, protegendo as coleções de danos ambientais e biológicos, tais como os resultantes das variações indesejáveis de temperatura e umidade, iluminação inadequada, pragas de insetos e fungos, e uma ampla gama de estragos causados desde por manuseio incorreto, atos de vandalismo, até riscos de acidentes, como incêndios e inundações.

Do ponto de vista ambiental, o controle termohigrométrico está ligado não apenas à estabilidade dimensional das peças do acervo e deterioração dos suportes, como também ao risco de ataque biológico. Segundo Trinkley (2001), a taxa de deterioração do papel dobra a cada aumento de aproximadamente 7,8°C na temperatura, sendo que aumentos da ordem de 4°C já provocam uma deterioração perceptível. Níveis elevados de umidade relativa (acima de 60%) podem deformar o papel, já que é um material higroscópico, além de acelerar a deterioração promovida por ácidos nele presentes (hidrólise ácida), enquanto que níveis baixos de umidade relativa (abaixo de 20%) podem torná-lo quebradiço. A umidade também está associada ao desenvolvimento de fungos e outros tipos de infestação. Ogden (1997) recomenda que, no caso de obras cujo suporte é o papel, a temperatura do ar não deve variar mais que 2°C e a umidade relativa mais que 3% num período de 24 h, ou seja, as flutuações dos parâmetros ambientais devem ser as menores possíveis, sendo que ao longo de semanas e meses, as variações devem ser lentas e graduais. A maioria dos autores concorda que as condições para manter uma coleção mista devem ser de temperatura entre 18°C e 20°C e umidade de 45% ± 10%. Mársico (s/d) recomenda, no caso brasileiro, temperaturas entre 22°C e 25°C e umidade de 55%.

Desse modo, a adequação do ambiente dessas edificações é condição fundamental para a preservação e conservação dos acervos que abrigam. Boa parte das edificações de biblioteca no país não possuem climatização artificial, assim, maior é a responsabilidade do edifício e suas envoltórias no controle das condições climáticas locais, tendo em vista a proteção da coleção.

Alguns procedimentos ligados à ciência da conservação foram desenvolvidos para quantificar o efeito dos parâmetros de temperatura e umidade sobre a expectativa de vida útil prevista para coleções, tais como o *método das isopermanências* ou *método das isopermas* (SEBERA, 1997), que se aplica a coleções em suporte de papel, ou o *índice de efeito-tempo para preservação* (IETP), que se aplica a todos os materiais orgânicos e não apenas ao papel, medindo a qualidade de preservação de um ambiente de armazenamento a partir da síntese, representada pelo índice, da variação daqueles parâmetros durante um período.

Nesse trabalho, buscou-se identificar as condições de conservação do acervo da Biblioteca da Escola de Arquitetura da UFMG, para dar base às recomendações de intervenção no ambiente, considerando que, num levantamento anterior, Ludgero e Assis (2005) já haviam identificado que a Biblioteca era o ambiente da Escola de Arquitetura que mais consumia energia, por causa do tipo de instalação e do perfil de uso da iluminação artificial. Usando algumas técnicas de avaliação pós-ocupação e de simulação computacional para identificar o comportamento termo-higrométrico do ambiente da Biblioteca, o método das isotermas foi aplicado para identificar de modo mais objetivo as condições de conservação e orientar as recomendações ao projeto de intervenção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A perda da resistência do papel e conseqüentemente, sua baixa durabilidade, ou seja, baixa taxa de permanência, se deve a condições ambientais e de manuseio. A maioria de papéis modernos, que são feitos de fibra de madeira moída e/ou tratada quimicamente, a menos que estejam livres de ácidos, têm uma vida útil prevista de menos de 50 anos.

Do ponto de vista ambiental, a variação de temperatura e umidade provoca reações químicas danosas aos suportes em papel, além de propiciar a proliferação de mofo e atividades de insetos. Além disso, reações fotoquímicas também podem ocorrer devido à luz ultravioleta presente tanto na iluminação natural quanto artificial.

O método das isopermas restringe-se, de acordo com Sebera (1997), à perda da resistência associada às reações químicas de hidrólise (influência da umidade) e de oxidação (influência da temperatura) da

celulose, sendo cerca de 90% da deterioração do papel identificada com esses dois mecanismos. A perda da resistência do papel aumenta com a elevação da temperatura e umidade e, inversamente, a diminuição da temperatura e/ou da umidade reduz a taxa de deterioração química. O método combina e quantifica os efeitos desses dois parâmetros ambientais, apresentando os resultados de forma gráfica para a avaliação da vida útil de uma coleção submetida a determinadas condições ambientais.

Um conjunto de pares de temperatura e umidade relativa são associados a um mesmo valor de permanência que, quando plotados na forma de gráfico, geram uma linha de permanência constante ou isopermanência (isoperma). Determinada a expectativa de vida (permanência) de um acervo em papel – por exemplo, 45 anos – sob condições de 20°C e 50% de umidade relativa, considerada como isoperma de valor 1,0, se esse mesmo acervo tivesse suas condições ambientais de armazenamento alteradas para uma isoperma de valor 5,0, isso indicaria um aumento de 5 vezes na expectativa de vida da coleção ou, dito de outro modo, a coleção levaria 5 vezes mais tempo para atingir o mesmo estado de deterioração. Segundo Sebera (1997), o efeito global (combinado) da variação da temperatura e umidade sobre a taxa de permanência (P_2/P_1) pode ser dado por:

$$(P_2/P_1) = (UR_1/UR_2) \times [(T_1 + 460)/(T_2 + 460)] \times 10^{394 \times \Delta H \times \{[1/(T_2 + 460)] - [1/(T_1 + 460)]\}} \quad [\text{Eq.01}]$$

onde: P_2 é o estado de permanência final;
 P_1 é o estado de permanência inicial;
 UR_1 é a umidade relativa inicial (%);
 UR_2 é a umidade relativa final (%);
 T_1 é a temperatura inicial (°F);
 T_2 é a temperatura final (°F);
 ΔH é energia de ativação (nesse caso, 25 kcal/mole)¹.

A figura 1 mostra o gráfico de isopermas construído para um $\Delta H = 25$ kcal/mole. Nele observa-se a faixa de “desenvolvimento de mofo”, quando a umidade relativa é superior a 65% e a faixa “muito inflexível”, quando o papel se torna quebradiço, o que acontece quando a umidade relativa se encontra abaixo de 20%. Nesse intervalo de umidade relativa de 20% a 65% o papel se encontra numa faixa mais estável, considerando simultaneamente temperaturas medianas (SEBERA, 1997).

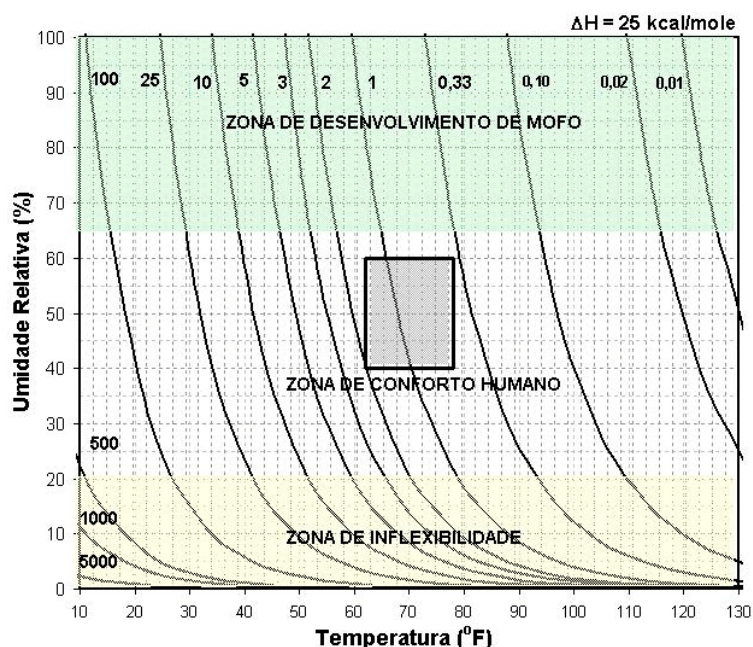


Fig. 1 - Diagrama de Isopermanências, construído de acordo com a Eq. 01

No Brasil essa ferramenta aparentemente tem sido pouco aplicada nos estudos das condições de conservação de acervos. Observa-se que as análises de edifícios de bibliotecas normalmente utilizam técnicas da avaliação pós-ocupação (APO) para identificar problemas relacionados à ergonomia desses ambientes, sendo dada pouca atenção aos impactos do ambiente sobre as coleções. Entretanto, a melhoria das condições para os usuários pode, algumas vezes, trazer também benefícios à coleção,

como o controle de insolação direta no ambiente, a otimização da iluminação de acordo com os *lay-outs* e a melhoria das condições de ventilação natural.

Dutra e Toledo (1993) apresentaram um diagnóstico do ambiente da Biblioteca Universitária da UFSC considerando os aspectos de conforto térmico, luminoso e acústico a partir de elementos arquitetônicos, tais como espaços, circulação, estrutura, planos de iluminação e ventilação, e de suas relações específicas, como com o entorno, entre planta e seção, de uso, etc.. Através da análise técnica e da aplicação de questionários, os autores puderam identificar problemas de temperatura excessiva no verão, excesso de ruído, contrastes indesejáveis na iluminação e estantes mal iluminadas, bem como *lay-outs* internos inadequados para a integração de setores, resultantes da concepção do edifício em planta livre e da falta de proteção das fachadas muito envidraçadas. As recomendações foram no intuito de melhorar as condições de conforto do usuário, não abordando a situação da coleção. Bogo et al (2003) também aplicam técnicas de APO na análise da Biblioteca da ESAG/UEDESC, realizando medições de temperatura, iluminação e níveis de ruído, juntamente com uma vistoria técnica e registro fotográfico, além de aplicar questionários a uma amostra representativa de usuários. Os autores identificaram aspectos positivos e negativos quanto às funcionalidades do ambiente (acessibilidade, serviços, mobiliário) e condições ambientais que foram consideradas satisfatórias pela maioria dos usuários, embora a análise técnica tenha encontrado problemas de má iluminação em certas áreas, sistema de iluminação artificial não eficiente e desarticulado dos *lay-outs*, falta de proteções solares, áreas ruidosas e mobiliário inadequado.

Moreira et al (2004) avaliaram as condições da Biblioteca Central da UNICAMP já com foco sobre as condições de conservação do acervo, utilizando uma série de critérios da conservação preventiva e métodos normativos. Foram observados aspectos funcionais do edifício e de conforto, como iluminação (níveis de iluminamento, reflexos no campo da tarefa visual e radiação ultravioleta emitida pelo tipo de lâmpadas), aspectos acústicos (tempo de reverberação, níveis sonoros e de inteligibilidade do ambiente) e térmicos. Nesse último caso, foram considerados critérios para o conforto do usuário e para a conservação do acervo, através respectivamente do voto médio estimado e do diagrama de isopermanências. Os autores observaram condições muito diferenciadas de permanência do acervo em áreas distintas do edifício, através do monitoramento das variações de temperatura e umidade durante um determinado período, causadas por efeito de proteção solar de parte das fachadas e pelo controle da ventilação natural. Assim, identificam-se elementos arquitetônicos e perfis de uso e de controle de parâmetros ambientais que podem atuar em benefício da conservação dos acervos.

3. O AMBIENTE DE ESTUDO: A BIBLIOTECA DA EAUFMG

A Biblioteca da Escola de Arquitetura possui uma área total de aproximadamente 636 m², incluindo as salas de chefia, de processamento técnico, de estudo, de leitura, grupo sanitário e os ambientes do acervo principal, da coleção de reserva, do acervo de periódicos e da coleção Memória (figura 2).

Implantada há mais de 75 anos no 2º andar do edifício da Escola de Arquitetura (EAUFMG), conta com um acervo de 25.713 exemplares, incluindo monografias, 477 títulos e periódicos impressos, além de mapas, *slides* e CDs na hemeroteca. O acervo da Biblioteca EAUFMG se encontra dividido em quatro partes: coleção Memória, acervos de periódicos, reserva e principal, sendo esse último o maior e mais representativo de todos, abrigando a maior parte dos livros danificados.

Esse acervo recebe certos cuidados de conservação, como reparo dos danos de manuseio, seleção dos livros com problemas de ataque de insetos e folhas danificadas para manutenção, uso da aspiração da poeira periodicamente, cuidados com espaçamento entre os livros para permitir a ventilação, etc.

Através de vistoria técnica preliminar, pôde-se constatar que o ambiente não possui patologias construtivas, como infiltração de água, por exemplo, que poderiam influenciar diretamente na qualidade do papel. Problemas térmicos também não são expressivos, segundo as medições realizadas nos períodos de inverno e primavera. As áreas do acervo principal e de reserva têm ventilação cruzada, sendo que as fachadas norte e leste possuem dispositivos de proteção solar. Porém, não há o controle da qualidade da iluminação artificial, pois utiliza-se lâmpadas fluorescentes sem filtros ultravioleta em

toda a Biblioteca, o que pode contribuir para a degradação do acervo. Nessa vistoria foram observados alguns danos na coleção, tais como cheiro de mofo, perda da qualidade do papel, etc..

A medição exploratória de dados de temperatura e umidade, através da fixação de três termohigrômetros digitais HOBO nas áreas dos acervos principal, de reserva e de periódicos, mostrou que não havia variação significativa desses parâmetros entre os ambientes. Desse modo, o estudo foi restringido à área do acervo principal.

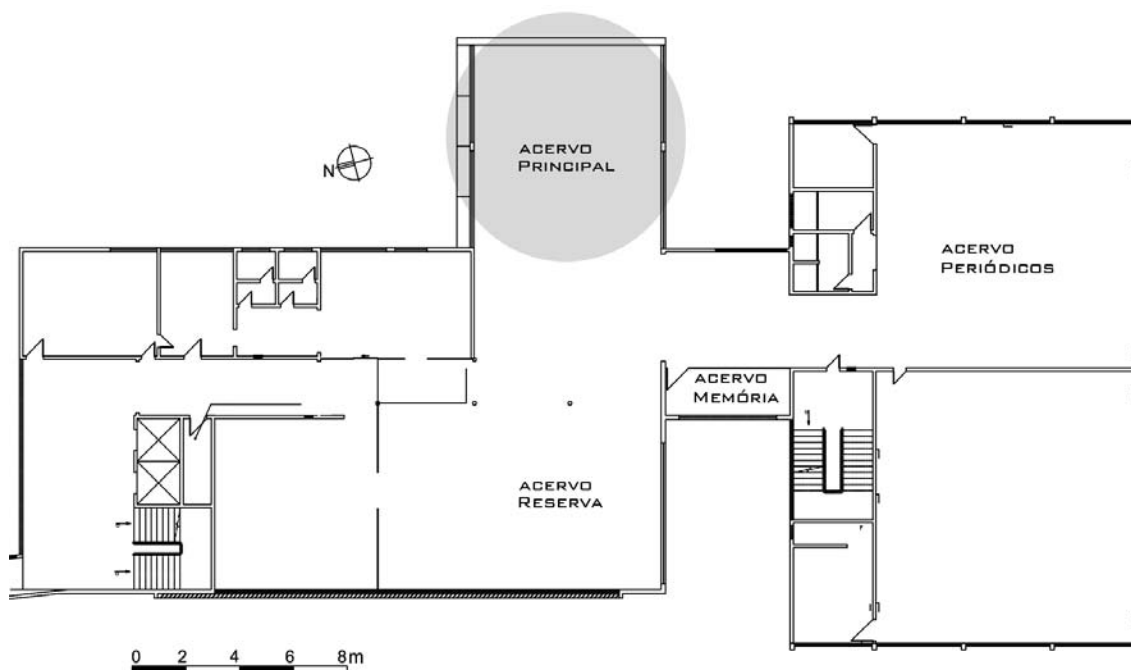


Fig. 2 – Planta da Biblioteca da EA-UFMG

Além da medição de dados de temperatura e umidade, e de entrevistas dirigidas ao pessoal técnico da Biblioteca, o ambiente também foi simulado através do programa Arqutrop (RORIZ e BASSO, s/d), buscando avaliar sua capacidade em reproduzir as condições ambientais observadas, de modo a testar posteriormente a efetividade das recomendações de intervenção na melhoria das condições para os usuários e para a conservação do acervo.

A introdução da etapa de simulação do ambiente é importante na medida em que dispensa a exposição do acervo diretamente a testes de condicionamento ambiental, o que seria prejudicial, pois o acervo já se encontra sensibilizado. Através das medições das variáveis climáticas durante vários períodos representativos do ano, da aplicação desses dados no diagrama de isopermas e da simulação computacional, pretende-se verificar os impactos das alterações do microclima do ambiente na qualidade do acervo e identificar as melhores recomendações para o projeto de intervenção.

4. METODOLOGIA

4.1 Coleta e Tratamento de Dados

O trabalho partiu de uma visita técnica à Biblioteca, onde foi observado se havia ocorrência de insolação direta nos ambientes de acervo, mofo ou infiltrações em qualquer parte das envoltórias, a situação do sistema de iluminação artificial, bem como realizada uma entrevista despadronizada focalizada (MARCONI e LAKATOS, 2002) com a bibliotecária chefe.

Para uma avaliação inicial, os dados climáticos das normais climatológicas de Belo Horizonte (BRASIL, 1992) foram tratados através do procedimento proposto por Alucci (1992) para gerar uma variação média horária (diária) mensal, que foi plotada sobre o Diagrama de Isopermanências, permitindo uma análise geral das condições climáticas em relação aos critérios citados e do risco de conservação da coleção. Desse modo, identifica-se os principais aspectos de desempenho que a edificação deve ter para a adequação ambiental do acervo.

A coleta de dados de temperatura e umidade nos ambientes da Biblioteca EAUFMG foi realizada de início, como já comentado, nos quatro ambientes de acervo (principal, memória, reserva e periódicos) a partir do dia 21 de julho de 2006, encerrando a primeira amostragem de dados no dia 10 de agosto do mesmo ano. Os termohigrômetros digitais HOBO foram configurados para registrar os dados de hora em hora durante as vinte e quatro horas do dia. Os dados foram descarregados no *software Hoboware*®, que acompanha os equipamentos registradores, e depois exportados para uma planilha *Excel*®, onde foram tratados.

4.2 Construção do Diagrama de Isopermanências

A construção do diagrama das isopermanências foi feita com o auxílio de uma planilha *Excel*® a partir da eq. 01. Para tanto, considera-se $UR_1 = 50\%$ e $T_1 = 68^\circ\text{F}$ (20°C), que são as condições iniciais padrão (SEBERA, 1997), sendo que UR_2 corresponde ao valor da linha de isopermanência que se quer encontrar e T_2 corresponde à variação da temperatura, em $^\circ\text{F}$, no intervalo do gráfico.

4.3 Modelagem dos Dados e Simulação do Ambiente do Acervo Principal no *Arquitrop*

Para comparação dos dados medidos internamente com os resultados da simulação computacional no *Arquitrop*, uma série correspondente a um período de três dias mais estável (sem muita variação de temperatura e umidade) foi delimitada para análise. Essa série mais estável correspondeu a um fim de semana, os dias 4, 5 e 6 de agosto de 2006. Assim, esse período também foi usado para coletar os dados do exterior, lidos nos climogramas da Estação Meteorológica padrão de Belo Horizonte, consultados no 5º Distrito de Meteorologia. Os climogramas foram escaneados e tratados segundo procedimento desenvolvido por Pereira et al (2004) para a leitura gráfica dos dados horários de temperatura do ar e umidade relativa.

Para a entrada de dados climáticos no banco de dados do programa (BANCLIMA), criou-se uma nova ficha para Belo Horizonte, onde os dados de todos os meses, exceto agosto, foram zerados. Considerou-se para o mês de agosto, as temperaturas máxima e mínima absolutas como a máxima e mínima temperaturas ocorridas no período; as temperaturas máximas e mínimas médias diárias como as médias aritméticas das temperaturas máximas e mínimas extraídas de cada dia dos climogramas, no período analisado. A umidade relativa média como a média aritmética da umidade relativa horária no período. Os demais dados de precipitação pluviométrica total do mês, nebulosidade mensal, velocidade e direção predominante dos ventos foram mantidos como os da ficha original da cidade.

Foram levantados os dados construtivos (materiais e componentes) e os dados espaciais (orientação solar e dimensões das fachadas, pé-direito, áreas de aberturas, etc.) do ambiente, para composição no banco de dados de materiais e componentes (BANCMAT) e no banco de dados de projeto (PROJETO). Nesse caso, há alguns limites para a modelagem do ambiente no programa: as aberturas a norte são protegidas por *brises-soleil* móveis horizontais, o que o programa não é capaz de considerar; os ambientes da Biblioteca são interligados, de modo que o grande volume de ar mantém as condições microclimáticas relativamente estáveis (sem muita variação), porém no programa não é possível modelar a planta complexa da Biblioteca, de modo que se considerou a faixa que vai do acervo principal à coleção de reserva, chegando à fachada oeste, cujas aberturas também são protegidas por *brises-soleil* móveis, nesse caso verticais. O programa considerará toda a extensão das fachadas norte e sul para efeito de incidência de radiação solar, porém pode-se ver na figura 2 que a interligação entre os espaços limita bastante, principalmente a norte, a extensão dessas fachadas.

Como o período selecionado corresponde a um fim de semana, onde o movimento na Biblioteca é praticamente inexistente, o ambiente foi simulado sem ocupação, com iluminação e equipamentos desligados e com as janelas fechadas (ventilação mínima devida à infiltração de ar pelas esquadrias).

5. RESULTADOS

Observa-se, pela figura 3, que as condições climáticas (dados normais) da cidade de Belo Horizonte implicam em risco para a coleção durante o ano todo, devido, principalmente, à alta umidade relativa, mesmo durante o inverno seco, já que no período noturno a umidade pode ainda se elevar com a queda da temperatura do ar. Particularmente durante os meses do verão chuvoso, observa-se que, além da umidade mais elevada, as altas temperaturas durante o dia atingem a curva de isoperma 0,33, a partir

da qual considera-se as condições de deterioração muito rápidas (SEBERA, 1997). As amplitudes estimadas durante o ano, considerando os dados normais, são de 15,7°C e 59,9%. Considerando a variação média diária mensal, agosto é o mês com maior amplitude térmica (12,1°C) e junho é o mês com maior amplitude de umidade relativa (51,9%), ou seja, os meses de inverno, apesar de mais secos, são os trazem maior risco à coleção. Esses resultados são muito superiores ao previsto pelos critérios para a conservação do acervo, citados anteriormente.

Nessas condições, o desempenho higrotérmico do edifício deve ser no sentido de estabilizar a temperatura, evitando uma variação tão grande de amplitude térmica e de umidade, seja durante o ano ou durante um dia. Além disso, pode ser necessário o uso de equipamento desumidificador do ar, programado para manter as condições internas do ar dentro do critério indicado durante o dia e ao longo do ano.

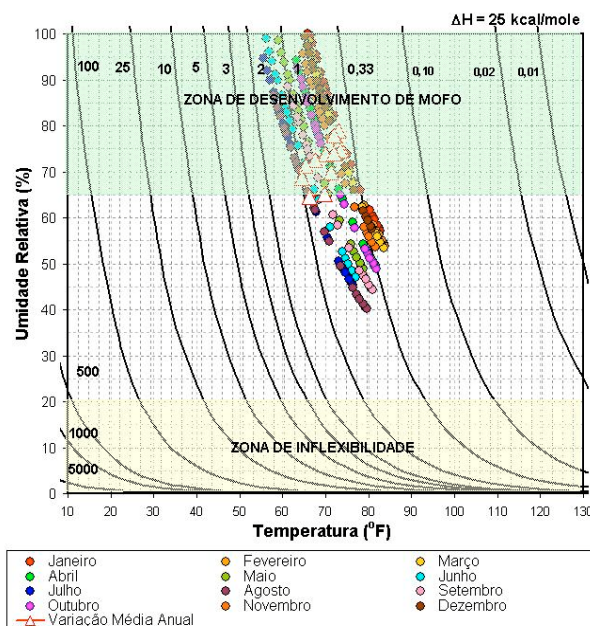


Fig. 3 – Variação média anual normal e média diária mensal de Belo Horizonte sobre o Diagrama de Isopermanências. Fonte de dados: Brasil, 1992.

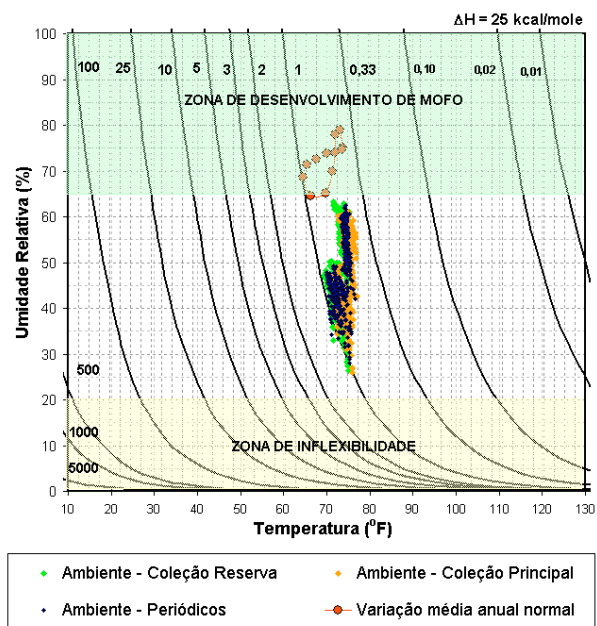


Fig. 4 - Dados medidos no período de junho a agosto 2006 sobre o Diagrama de Isopermanências (variação média anual normal – exterior – para comparação)

A figura 4 mostra os dados medidos de temperatura e umidade relativa na Biblioteca EAUFMG plotados no Diagrama de Isopermas, bem como a curva de variação média normal mensal de temperatura e umidade para a cidade de Belo Horizonte, para comparação. Observa-se que a variação interna medida no período julho-agosto tem uma amplitude muito menor quando comparada à amplitude dos dados normais nesses meses. Ressalta-se, inclusive, que a variação da umidade relativa não atingiu, nesse período, a zona de desenvolvimento de mofo, embora ainda com uma amplitude muito elevada, de cerca de 30%. A variação da temperatura, entretanto, ocorre à direita da linha de isoperma 1,0 e pode ser considerada grande (amplitude de cerca de 10°C) para fins de conservação do acervo. Esses resultados mostram uma baixa condição de permanência do acervo e talvez ajudem a explicar a existência de mofo na coleção.

Os dados médios medidos de temperatura e umidade relativa do período de 4 a 6 de agosto de 2006 externos e internos foram plotados (figura 5) para comparação com os resultados simulados (figura 6)². Há uma boa concordância entre os dados externos medidos e simulados, porém com relação aos dados internos, observa-se uma diferença entre os resultados da temperatura do ar. Enquanto os dados medidos mostram que houve uma pequena variação média no período em estudo, os dados simulados mostram uma amplitude maior, porém com a temperatura máxima abaixo da observada. Isso ocorreu provavelmente pelos limites já citados de modelagem do ambiente no programa. A variação simulada de umidade relativa teve resultados mais próximos dos dados médios observados no período.

Plotando esses dados no Diagrama de Isopermas (figuras 7 e 8), observa-se que os dados medidos e simulados tiveram uma certa correspondência. A variação microclimática do ambiente tem amplitude bem menor do que a variação externa. Tanto os dados medidos quanto os simulados externos mostram que, no período, a zona de desenvolvimento de mofo foi atingida durante a noite e madrugada, com umidades relativas chegando a um pouco acima dos 70%. Durante o dia, a amplitude de variação da umidade relativa externa simulada foi semelhante à externa medida, de cerca de 30%. Entretanto, os dados medidos e simulados internos mostram que as envoltórias do edifício atuam no sentido de reduzir bastante essa amplitude (para cerca de 10% durante o dia), fazendo com que fique dentro dos limites adequados. Ainda assim, as temperaturas observadas e simuladas situam o ambiente à direita da curva de isoperma 1,0, indicando, nos dois casos, a baixa condição de permanência do acervo.

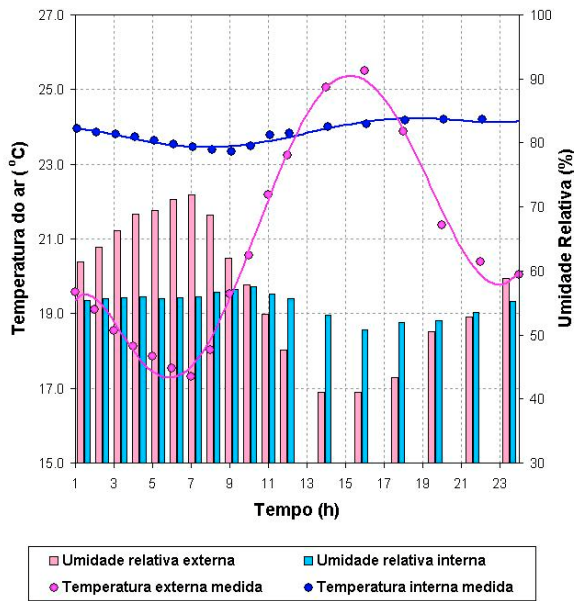


Fig. 5 - Variação dos dados medidos

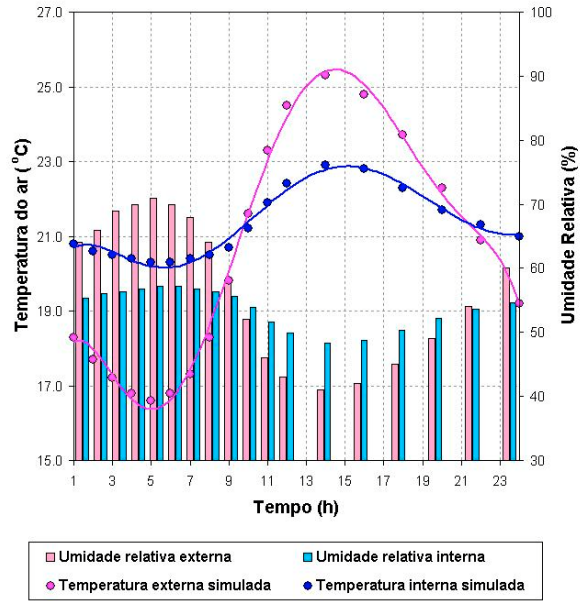


Fig. 6 - Variação dos dados simulados

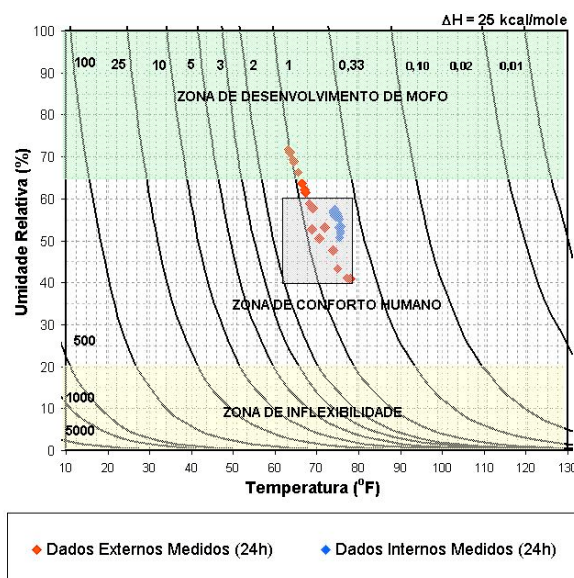


Fig. 7 - Dados externos e internos medidos sobre o Diagrama de Isopermas

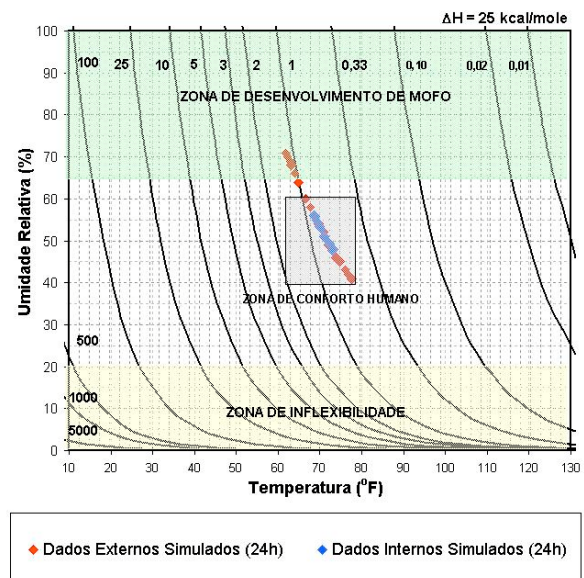


Fig. 8 - Dados externos e internos simulados sobre o Diagrama de Isopermas

Finalmente, as figuras 7 e 8 mostram também que, embora o ambiente possa estar em condições de conforto térmico para os usuários no período analisado, isso não significa que essas condições sejam adequadas para o acervo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do método das isopermas possibilitou avaliar de modo mais objetivo as condições de conservação do acervo da Biblioteca da EAUFMG, no período estudado. É necessário, entretanto, fazer o levantamento de dados de outros períodos representativos de verão, outono e primavera, para se ter uma visão mais completa do comportamento do ambiente interno frente às variações externas. O método também mostrou alguma incompatibilidade com critérios recomendados para a conservação de acervos em papel no Brasil (MÁRSICO, s/d), pois embora o ambiente, no período analisado, tenha ficado entre 23,5°C e 24,5°C de temperatura e umidade relativa entre 50% e 55% (dentro do critério indicado), os dados plotados no Diagrama de Isopermas mostram uma variação abaixo da linha de isopermanência 1,0, indicando que a expectativa de vida da coleção é de menos de 45 anos, nessas condições. Por outro lado, a aplicação dos métodos tradicionais de avaliação pós-ocupação mostrou-se insuficiente para a análise da adequação ambiental desse tipo de ambiente, pois o fato do ambiente atender a condições de conforto ambiental para os usuários não garante que a coleção esteja nas melhores condições de conservação e/ou protegida de danos ambientais.

A simulação de desempenho termohigrométrico mostrou-se promissora no sentido de que, uma vez calibrado o programa de simulação com os dados medidos no ambiente, é possível testar uma série de modificações, tanto nas envoltórias, quanto no perfil de uso do ambiente, de modo a trazer melhorias para a conservação do acervo. Essas modificações podem ser, no primeiro caso, com relação à proporção de áreas envidraçadas nas fachadas, à proteção das aberturas, aos efeitos de ventilação, bem como ao desempenho de componentes construtivos ou mesmo de sistemas de climatização artificial; no segundo caso, podem ser estudados os impactos da ocupação do ambiente, uso de iluminação artificial e equipamentos. Para tanto, embora programas mais acessíveis como o Arqitrop possam mostrar resultados razoavelmente semelhantes às condições medidas, seria recomendável a utilização de programas de análise termo-energética com capacidade para modelar ambientes com formas mais complexas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALUCCI, M. P. (1992) *Conforto Térmico, Conforto Luminoso e Conservação de Energia Elétrica: procedimentos para o desenvolvimento e avaliação de projeto de edificações*. São Paulo, 225 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo.
- BOGO, A. J.; FABRIS, J. P.; MARTINS, R. M. (2003) “Avaliação pós-ocupação na Biblioteca da ESAG-UDESC em Florianópolis, SC”. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 7º, Curitiba. *Anais...* São Paulo: ANTAC, p. 863-870. CD-ROM.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (1992) *Normais Climatológicas 1961-1990*. Brasília: Dep. Nacional de Meteorologia.
- DUTRA, L.; TOLEDO, L. M. A. (1993) “Uma metodologia de análise ergonômica aplicada à Biblioteca Universitária da UFSC”. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2º, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ANTAC/ABERGO/SOBRAC, p. 349-358.
- LUDGERO, J. G.; ASSIS, E. S. (2005) “Avaliação preliminar do consumo energético desagregado da Escola de Arquitetura da UFMG”. In: Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, 1º, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, ABEE, p. 11-16.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. (2002) *Técnicas de Pesquisa*. 5ª ed. rev. amp., São Paulo: Atlas.
- MÁRSICO, M. A. V. (s/d) “Noções básicas de conservação de livros e documentos”. Disponível em <http://www.biblioteca.ufla.br/download/normas>, acesso em agosto de 2006.
- MOREIRA, D. C.; BERNARDI, N.; MONTEIRO, A. M. R. G. et al (2004) “Avaliação de edificação: Biblioteca Central da UNICAMP – área de coleções especiais”. In: Encontro Nacional de

- Tecnologia do Ambiente Construído, 10^o, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ANTAC, 15p. CD-ROM.
- OGDEN, S., ed. (1997). *Meio ambiente*, trad. Elizabeth L. Nascimento [e] Francisco C. Azevedo. 2^a ed. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos, Arquivo Nacional, 41 p. Disponível em: <http://www.cpba.net>, acesso em agosto de 2006.
- PEREIRA, I. M.; ALVES, T.; PINHEIRO, R. B.; ASSIS, E. S. (2004) “Metodologia de tratamento de dados climáticos para inserção em *softwares* de simulação energética de edifícios”. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 10^o, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ANTAC, 15p. CD-ROM.
- RORIZ, M.; BASSO, A. (s/d) *ARQUITROP: Conforto Térmico e Economia de Energia nas Edificações – sistema integrado de rotinas e bancos de dados para apoio às atividades de projeto em Arquitetura e Engenharia Civil*, versão 3.0.
- SEBERA, D. K. (1997) *Isopermas: uma ferramenta para o gerenciamento ambiental*, trad. José Luiz P. Júnior. 2^a ed. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos, Arquivo Nacional, 29 p. Disponível em: <http://www.cpba.net>, acesso em: agosto de 2006.
- TRINKLEY, M. (2001) *Considerações sobre preservação na construção e reforma de bibliotecas: planejamento para preservação*, trad. Luiz Antônio M. Ewbank. 2^a ed. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos, Arquivo Nacional, 120p. Disponível em: <http://www.cpba.net>, acesso em agosto de 2006.

AGRADECIMENTOS

As autoras gostariam de agradecer ao 5^o Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia (5^o DISME/INMET) pela cessão dos climogramas do período analisado para a coleta dos dados horários; à profa. Iraci Miranda Pereira, pelo processamento desses dados e à bibliotecária Moema Brandão da Silva, pelas informações sobre o acervo da Biblioteca da Escola de Arquitetura da UFMG.

Notas:

¹ Energia ou entalpia de ativação é, segundo Sebera (1997), uma função termodinâmica que quantifica a sensibilidade de uma reação específica frente a mudanças de temperatura. Essa constante incorporada à equação para a velocidade relativa de reação a duas temperaturas (inicial e final do ambiente) tem um valor específico que pode ser experimentalmente medido para cada tipo de papel. Nesse trabalho, utilizamos o valor de 25 kcal/mole por orientação do prof. Luiz Antônio C. Souza, do Laboratório de Ciências da Conservação e Restauro (LACICOR) da Escola de Belas Artes da UFMG.

² O programa gera tabelas com os dados horários de temperatura do ar externa e interna, e umidade relativa externa. O cálculo da umidade relativa interna foi feito de acordo com Alucci (1992), considerando uma pressão de vapor de referência calculada a partir das médias da temperatura do ar e da umidade relativa externas simuladas para o dia médio do período utilizado.