

Interfaces e conflitos entre o conforto ambiental humano e a conservação preventiva do acervo em edifícios que abrigam coleções

Interfaces and conflicts between human environmental comfort and preventive conservation of assets in buildings that house collections

Willi de Barros Gonçalves*

Resumo: Este artigo discute interfaces e conflitos potenciais entre o conforto ambiental humano e a conservação preventiva do acervo, em edifícios que abrigam coleções. São comparadas diretrizes de gerenciamento ambiental (limites de temperatura e umidade relativa) para conservação preventiva de coleções contendo artefatos de madeira com a zona de conforto ambiental humano proposta por Givoni. Como estudo de caso, são apresentados resultados de monitoramento ambiental realizado na Capela da Ceia do Santuário de Bom Jesus de Matosinhos, em Congonhas – MG, entre 2011 e 2012. Dos dados obtidos no monitoramento foram derivados índices de desempenho as zonas de segurança ambiental estudadas. A comparação demonstrou que os parâmetros de controle ambiental visando à conservação das coleções são mais restritivos do que aqueles voltados para o conforto ambiental humano.

Palavras-chave: Museologia. Conservação preventiva de bens culturais. Conforto ambiental humano. Gerenciamento ambiental de acervos. Índices de desempenho.

Abstract: This paper discusses interfaces and potential conflicts between human environmental comfort and preventive conservation, in buildings housing collections. Environmental management guidelines for preventive conservation of collections containing wooden artifacts (in terms of temperature and relative humidity ranges) are compared with the human environmental comfort zone proposed by Givoni. As a case study, environmental monitoring results held between 2011 and 2012 in the Chapel of the Supper of the Sanctuary of Bom Jesus de Matosinhos in Congonhas – MG are shown. Performance indices for studied environmental security zones were derived from the monitored data. The comparison shows that the environmental control parameters aiming conservation of collections are more restrictive than those related to human environmental comfort.

Key-words: Museology. Preventive conservation of cultural assets. Environmental human comfort. Environmental management of collections. Performance indices.

1. Introdução

1.1 - Uso de sistemas de climatização na conservação preventiva e gerenciamento ambiental de coleções

O gerenciamento ambiental de coleções é um requisito fundamental para a sua conservação preventiva. A longo prazo, ele deve ser objeto de um planejamento estratégico, que envolve de maneira mais ampla: (i) materiais presentes nas coleções

* Arquiteto, Doutor em Artes (Conservação Preventiva), Mestre em Engenharia Mecânica, Professor Adjunto, Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Artes Plásticas. E-mail: willidebarros@ufmg.br

e sua vulnerabilidade; (ii) infraestrutura (fatores relativos ao edifício) e (iii) recursos humanos e políticas organizacionais e institucionais.

Um aspecto importante do gerenciamento ambiental é a definição de critérios e padrões (set-points) para o funcionamento dos sistemas de climatização. Existe aí um conflito em potencial entre as necessidades das coleções, dos edifícios e dos usuários, que são difíceis de conciliar simultaneamente, exceto em circunstâncias raras (ORESZCZYN *et al.*, 1994; MICHALSKI, 1998; BALOCCO, 2007, p. 371; COSTANZO *et al.*, 2006; PADFIELD *et al.*, 2007, p. 33; TOLEDO, 2007, p. 5; BERNARDI, 2008; LA GENNUSA *et al.*, 2008)

Os edifícios e seus sistemas apresentam-se como a dimensão física onde diversos problemas decorrentes desse conflito potencial se manifestam, podendo impor riscos variados à preservação das coleções. Frequentemente a inadequação dos sistemas de climatização decorre da consideração, no projeto, somente das necessidades e requisito de conforto dos usuários, em detrimento das necessidades e requisitos das coleções.

A definição dos set-points do sistema de climatização deve ser embasada em uma análise dos riscos que podem afetar as coleções, a qual principia por um diagnóstico de condições de conservação (MARTENS, 2012; MARTENS & SCHELLEN, 2013). A norma europeia EN 15757 (UNI, 2010) propõe uma metodologia para determinação do set point e faixas seguras em termos de umidade relativa, compatíveis com o conceito de umidade “provada” pelos materiais das coleções (MICHALSKI, 2007; GONÇALVES, 2013). O Comitê de Conservação do Conselho Internacional de Museus (ICOM-CC) editou recentemente uma declaração reconhecendo a complexidade do estabelecimento de requisitos ambientais para as coleções e a importância da pesquisa científica para explicar e desvendar essa complexidade. O documento enfatiza a necessidade de diminuir as flutuações microclimáticas, de analisar cada caso separadamente e de consultar profissionais da área de Conservação-Restauração (ICOM-CC, 2015).

O controle dos microclimas internos em um edifício pode ser conseguido por meio de sistemas, estratégias e recursos arquitetônicos passivos, ativos - ou mecânicos - e híbridos (GONÇALVES & SOUZA, 2014; TOLEDO, 2010, p. 74; UNI, 2010; AWBI, 2008, cap. 7; KLEIVEN, 2003, p. 46).

Os sistemas passivos, também chamados de naturais ou bioclimáticos, envolvem técnicas que dispensam ou minimizam o consumo de energia elétrica e/ou de outros recursos naturais. Em geral eles dependem de um efetivo controle manual por parte dos usuários, o que nem sempre acontece. Como exemplo, pode-se citar a operação manual de pára-sóis móveis, que costumam emperrar por falta de uso. Essa

ação dos usuários pode se dar de maneira reativa (p. ex., fechar a janela se começa a chover), mas pode se dar também de uma forma planejada, por meio de rotinas de conservação preventiva antecipando-se a eventos externos (por exemplo, abrir as janelas para ventilar em períodos que favorecem a ventilação natural). Já os sistemas ativos dependem de um consumo energético em equipamentos e sistemas prediais, como por exemplo, sistemas de condicionamento de ar para refrigeração ou aquecimento.

Gonçalves e Souza (2013) estudaram o potencial de uso da ventilação natural ou forçada para a conservação preventiva das esculturas abrigadas na Capela da Ceia em Congonhas - MG, objetos de estudo também no presente artigo. Com relação ao uso desta estratégia, cabe enfatizar a necessidade de integrar, nas políticas institucionais de gestão ambiental, a prevenção de danos relacionados com a poluição atmosférica externa, bem como a gestão de riscos de infestação.

O conjunto de soluções arquitetônicas adotadas em um edifício pode englobar uma mistura desses recursos, ora com predominância de um, ora de outro, caracterizando os sistemas híbridos. Nesse caso, a eficiência energética do edifício é determinada pelo funcionamento, em conjunto, dos sistemas, sendo que, normalmente, o objetivo do uso dos sistemas passivos é diminuir o consumo de energia por parte dos sistemas ativos. Os sistemas híbridos são os que apresentam a melhor relação custo-benefício no gerenciamento ambiental de coleções (MICHALSKI apud GCI, 2007, p.72). Em um nível básico, a hibridação de sistemas pode dar-se por meio do uso de sistemas portáteis de controle de umidade (umidificadores e desumidificadores) e em um nível mais sofisticado, envolvendo sistemas de automação predial.

O uso dos sistemas ativos de climatização constitui uma alternativa para o gerenciamento ambiental das coleções, mas com uma delicada relação custo / benefício, em virtude dos seus custos de implantação, manutenção e energético (MARTENS, 2012). O estado da arte no projeto e funcionamento dos equipamentos de climatização vem paulatinamente incorporando parâmetros que visam à melhoria de sua eficiência energética, o que constitui um campo de pesquisa específico e interdisciplinar.

Young e Cassar (2001) comparam os diversos tipos de sistemas em termos de suas vantagens e desvantagens para o gerenciamento ambiental de coleções. Sala e Gallo (2004) discorrem sobre o estado da arte dos sistemas de automação predial para gerenciamento ambiental e energético em museus. Awbi (2008, cap. 7) compara os sistemas passivos e híbridos em termos de consumo energético. Gonçalves (2013) compilou diversos estudos e relatos sobre o consumo e desempenho energético de museus, arquivos, bibliotecas e igrejas e que abordam particularidades dos sistemas

ativos, passivos e híbridos, no que tange à conservação das coleções, ressaltando o estado da arte da pesquisa sobre a sua utilização em museus, arquivos e bibliotecas. Gonçalves e Souza (2014) tratam da problemática envolvida com a escolha, implantação, manutenção e gerenciamento de sistemas de climatização de coleções, enfatizando aspectos que determinam o desempenho dos edifícios como filtros protetores.

O GCI - Instituto Getty de Conservação - desenvolve, desde 1997, uma linha de pesquisa sobre controles climáticos alternativos para edifícios históricos, em regiões tropicais, enfocando a aplicabilidade de sistemas passivos e híbridos de ventilação e de estratégias de aquecimento com desumidificação (aquecimento umidostático) à conservação de coleções e sua relação com o conforto ambiental dos usuários (GCI, 1997; TOLEDO, 2004; MAEKAWA, 2007a, 2007b). Esse projeto incluía, em suas metas, a investigação de sistemas de controle climático simples em termos tecnológicos, com baixo custo de implantação e manutenção, mas que pudessem prover ambientes de conservação estáveis em climas tropicais, mediante intervenções mínimas nos edifícios. Foram realizadas investigações em diversos museus, entre eles a Fundação Casa de Rui Barbosa, no Rio de Janeiro e o Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém (MAEKAWA, 2007a, 2007b). No projeto para o sistema de ventilação da Fundação Casa de Rui Barbosa, Maekawa *et al.* (2009a, 2009b) consideraram requisitos de conforto ambiental humano. Em abril de 2007, o GCI organizou uma mesa redonda de especialistas (arquitetos, engenheiros, conservadores e cientistas da conservação) sobre estratégias sustentáveis de gerenciamento climático, visando o intercâmbio de conhecimentos, identificação de fronteiras na pesquisa específica da área, educação e treinamento (GCI, 2007).

1.2 - Conforto ambiental humano versus conforto ambiental para coleções

Em termos de conforto térmico, as pessoas são mais sensíveis à flutuação da temperatura do ar, ao passo que a maioria dos objetos encontrados em museus, arquivos e bibliotecas – principalmente aqueles que possuem materiais orgânicos em sua composição - é mais sensível à flutuação da umidade relativa (CASSAR, 1995). Quando o microclima onde são mantidos é instável, muitos objetos se deterioram com rapidez, porque suas margens de tolerância e capacidade de adaptação climática são bem menores que as dos seres humanos (ORESZCZYN apud GCI 2007, p. 28). Contudo, ao se priorizar questões de eficiência energética, e o impacto das demandas de conforto ambiental humano perante as mudanças climáticas globais, a temperatura pode se tornar um fator mais importante (CAMUFFO & DELLA VALLE, 2007; GCI, 2007; HENRY, 2007a).

Gonçalves (2000) revisou o modelamento físico-matemático do conforto térmico humano e estudou a aplicabilidade de diversos índices de conforto ambiental humano na região de Belo Horizonte, mediante pesquisa de campo com população universitária. Pereira e Assis (2010) compararam os resultados desse trabalho com os de outros dois estudos de índices de conforto térmico feitos no Brasil, para as cidades de Natal (ARAÚJO, 1996) e Florianópolis (XAVIER, 1999), comparando as respectivas zonas de conforto humano encontradas com o diagrama bioclimático de Givoni. Pereira e Assis comparam quatro diferentes modelos adaptativos de conforto térmico com os resultados obtidos pelos autores brasileiros, por meio de simulação computacional, sendo que a curva de conforto adaptativa de Humphreys (1978) foi a que melhor se adequou aos três casos comparados. Posteriormente, Stensjo (2015) utilizou os resultados de Pereira e Assis (2010) para propor um método preditivo automatizado de análise de conforto térmico humano.

Embora um ambiente possa apresentar condições de conforto térmico para os usuários, isso não significa que essas condições sejam adequadas para o acervo (PARK, 1998; ASSIS & BASTOS, 2007; TOLEDO, 2007; BERNARDI, 2008, seção 3.9). A zona de conforto ambiental humano, plotada sobre uma carta psicrométrica, pode abranger uma região em que o índice de permanência de uma coleção pode variar por um fator de até seis vezes (SEBERA, 2001, p. 18). Por outro lado, em certos casos, as necessidades dos objetos/edifícios não são tão diferentes das necessidades dos ocupantes/visitantes e até apresentam certa coincidência (MICHALSKI, 1998, p. 13; BOTTIGLIONI, 2004; HENRY, 2007b).

Na literatura encontram-se propostas interessantes de integração de variáveis para obtenção de modelos de cálculo da satisfação dos visitantes de museus (JEONG & LEE, 2006; DE ROJAS & CAMARERO, 2008). Encontram-se também indicações de que a solução a ser adotada não passa tanto por adaptar as necessidades da coleção e do edifício às necessidades dos usuários ou vice-versa, mas adaptar as necessidades da coleção ao que é realmente possível em um edifício “histórico”, ou mesmo num edifício construído especificamente para ser um museu, a um custo razoável (CAMUFFO, 1998, seção 1.7; MICHALSKI, 1998; YOUNG & CASSAR, 2001; COSTANZO *et al.*, 2007; D'AGOSTINO, 2006, p. 11; BERNARDI, 2008, seção 3.9; EH, 2008).

Michalski (1998, p 13) sintetiza na Tabela 1 o que seriam, em sua opinião, as diferenças entre os desejos e as necessidades desses três grupos, em termos das variáveis temperatura e umidade relativa, contribuindo para uma compreensão global da questão. Ele aponta que, em ordem de prioridade, as soluções seriam: (i) evitar os sistemas ativos convencionais de aquecimento/refrigeração e usar a ventilação natural ou forçada; (ii) usar aquecimento umidostático; (iii) usar sistema de climatização.

Tabela 1 - Comparação das necessidades ambientais de pessoas, coleções e edifícios. As células sombreadas mostram as necessidades mais difíceis de conciliar. Adaptado de Oreszczyn *et al.* (1994) e Michalski (1998). As células sombreadas indicam os conflitos que exigem um esforço maior para sua solução.

Parâmetro		Pessoas	Coleções	Edifício
Temperatura (T)	Desejos	T constante e moderada, sem flutuações	T constante e moderada, sem flutuações, T baixa em arquivos com materiais sensíveis	T constante e moderada, com o uso mínimo de sistemas de climatização
	Necessidades	Mediante adaptação, podem tolerar uma faixa ampla	Podem tolerar uma faixa ampla, mas o uso de aquecimento p/ conforto ou diminuição da UR acelera a deterioração química	Resfriamento restrito até o ponto de orvalho, para evitar condensação
Umidade relativa (UR)	Desejos	UR constante e moderada, mas grandes flutuações podem passar despercebidas	UR constante e moderada, sem flutuações	UR constante e moderada, com o uso mínimo de sistemas de climatização
	Necessidades	Toleram valores altos, na presença de ventilação	UR média moderada com flutuações de acordo com a sensibilidade e vulnerabilidade de cada material	Não deve ser tão baixa que cause eflorescência, nem tão alta que cause condensação ou ataque biológico

1.3 - Métricas de preservação: índices de desempenho aplicados ao conforto ambiental humano e à conservação preventiva das coleções

Métricas de preservação (GONÇALVES, 2013) são parâmetros ou índices que:

- (i) Permitem uma avaliação quantitativa, mensurável, padronizada, reprodutível, facilmente compreensível e comunicável das condições de conservação de coleções, bem como dos riscos para a sua preservação, em função de condicionantes ambientais;
- (ii) Permitem comparar duas ou mais situações ambientais diferentes no mesmo espaço (sala ou mobiliário fechado), em diferentes épocas do ano, ou espaços distintos com diferentes condições ambientais, em termos da expectativa de vida das coleções;
- (iii) Procuram integrar condições e mecanismos dinâmicos complexos, envolvidos na deterioração das coleções, resultando em medidas simplificadas (e por isso embutem

incertezas) de fácil interpretação e possibilitando uma análise expedita de grandes quantidades de dados, inclusive por leigos.

O uso de métricas de preservação difere da análise básica de tabelas e gráficos brutos de variáveis como temperatura e umidade relativa, resultantes de procedimentos de monitoramento ambiental. Essa análise básica, cujas limitações são apontadas por Bernardi (2008, p. 21), geralmente é feita comparando os valores medidos com padrões, limites, faixas ou zonas de segurança fixos, estáticos e de aplicabilidade geralmente restrita, como por exemplo a recomendação de Garry Thomson (1986), fixando em $(50 \pm 3)\%$ a umidade relativa segura para conservação de acervos.

Normalmente, as interpretações obtidas a partir deste tipo de análise são determinísticas / binárias, do tipo “atende” ou “não atende”, “está dentro” ou “está fora” dos limites considerados. Uma abordagem metodológica intermediária, cuja aplicação fica restrita pelas considerações acima, é o uso de índices de desempenho. Esse tipo de índice considera a porcentagem do tempo, em relação ao período monitorado, ou períodos pré-definidos (anual, mensal, semanal, etc.) na qual os parâmetros analisados permanecem dentro de determinada faixa de valores previamente estabelecida (LA GENNUSA *et al.*, 2005; CORGNATI *et al.*, 2009; CORGNATI & FILLIPI, 2010). Eles são extensivamente utilizados em análises bioclimáticas, para julgar, por exemplo, o percentual de aplicabilidade de uma determinada estratégia arquitetônica tal como a ventilação natural (GONÇALVES & SOUZA, 2013).

Costanzo *et al.* (2006) e D’Agostino (2006) descrevem os índices de desempenho adotados nas normas italianas UNI 10829 e UNI 10969 (UNI, 2002, 2010), que constituem indicadores de desvio, a serem aplicados na análise das flutuações de T e UR em museus, quando fora dos limites de segurança. Martens (2012) estudou alguns museus holandeses, verificando a porcentagem de tempo ao longo do ano em que cada classe de controle da ASHRAE (2007, p.21.14) corresponde aos dados climáticos monitorados. O método de Martens (2012) e Martens e Schellen (2013) consiste no desenvolvimento e aplicação específica de índices de desempenho.

La Gennusa *et al.* (2008) propuseram a utilização de um índice de desempenho para medir o quanto as necessidades das coleções e dos usuários são atendidas simultaneamente. Para isso eles compararam os limites de segurança para alguns tipos de coleções propostos na norma italiana UNI 10969 (UNI, 2002) com a zona de conforto humano da norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2004) e com o índice PMV - *Predicted Mean Vote* / PPD - *Percentage of People Dissatisfied* (FANGER, 1972).

Considerando simultaneamente categorias de materiais orgânicos e inorgânicos, os autores encontraram índices de simultaneidade em torno de 12% para as condições de inverno e entre 0,4 e 2,5% para condições de verão. Esse resultado reforça as observações acima quanto ao conflito potencial entre os requisitos de conforto humano e os requisitos de conservação das coleções. Cabe destacar a dificuldade de obter resultados similares considerando as zonas de conforto da população brasileira, devido a sua grande variabilidade, em termos de temperatura e umidade relativa, como demonstraram Pereira e Assis (2010).

Krüger e Diniz (2011) discutem a relação entre métricas de preservação e o índice PMV / PPD (FANGER, 1972), calculados a partir de monitoramento ambiental realizado em arquivos localizados em três cidades brasileiras: Curitiba, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. Os autores encontraram uma relação inversamente proporcional entre os índices de conforto humano e as métricas de preservação, o que também vem a reforçar o conflito em potencial apontado acima. Eles adotaram como referência a métrica IETP - Índice de Preservação Considerando o Efeito Cumulativo do Tempo (REILLY *et al.*, 1995; REILLY *et al.*, 2001; GONÇALVES, 2013, apêndice A), a norma ISO 7730 (ISO, 2005) e o diagrama bioclimático de Givoni (1998). No caso de Curitiba, os autores detectaram que o clima externo apresentava melhor desempenho que o interno, em termos do IETP. Isso sugere que um projeto adequado de um sistema de ventilação para aquela cidade poderia tirar vantagem das condições climáticas externas, para prover condições de conforto ambiental aos usuários e condições ambientais adequadas para a conservação das coleções, sem necessitar do uso de estratégias ativas de climatização. Gonçalves e Souza (2013) também encontraram evidências semelhantes estudando o potencial de ventilação natural para conservação preventiva na Capela da Ceia de Congonhas-MG.

Diniz e Souza (2002) discutem o conflito potencial entre a guarda e o acesso aos acervos por meio da investigação de um estudo de caso. Lehbruck (1974, p.204) e Bernardi (2008, seção 3.9) comparam zonas de segurança de coleções de papel com zonas de conforto humano proposta pela ASHRAE.

2. Objetivo

O objetivo deste artigo é discutir interfaces e conflitos potenciais entre o conforto ambiental humano e a conservação preventiva do acervo em edifícios que abrigam coleções diversas, como museus, arquivos, bibliotecas e locais de culto religioso, ao nível do edifício como envoltória protetora, por meio da comparação entre

a zona de conforto humano de Givoni (1998) e zonas de segurança ambiental para artefatos de madeira propostas na literatura (vide Tabela 2).

3. Método

O método utilizado consistiu nas seguintes etapas:

A - Revisão de literatura específica sobre diretrizes de gerenciamento ambiental de coleções, particularmente aquelas contendo artefatos de madeira;

B - Aferição dos sensores utilizados (dois registradores marca ONSET, modelo HOBO UI-003) para o monitoramento ambiental no estudo de caso, a fim de verificar possíveis erros de indicação nos mesmos (INMETRO, 2003, p. 10).

C - Como estudo de caso, são apresentados os resultados de monitoramento ambiental realizado na Capela da Ceia do Santuário de Bom Jesus de Matosinhos, em Congonhas - MG, sendo deles derivados os índices de desempenho para cada zona de segurança ambiental estudada. O monitoramento contínuo foi realizado pelo período de quinze meses (18/07/2011 a 21/10/2012), no interior do edifício estudado, por meio de medições de T e UR, em intervalos de 15/15min. Uma descrição detalhada dos procedimentos adotados nesta etapa e na anterior pode ser encontrada em Gonçalves (2013) e resumidamente em Gonçalves e Souza (2013). Dentre tais procedimentos cabe destacar a obtenção de limites considerados seguros para T e UR, com base em histogramas de frequência das variáveis, bem como na análise de limites encontrados na literatura e definições da norma EN15157 (UNI, 2010);

D - Comparação entre a zona de conforto de Givoni e as zonas de segurança ambiental para artefatos de madeira, encontradas na literatura, por meio de superposição em diagrama psicrométrico;

E - Cálculo, conforme o modelo mencionado no item 1.3 acima, e comparação dos índices de desempenho do edifício estudado, com relação à zona de conforto humano e as zonas de segurança ambiental estudadas.

4. Resultados e discussões

A Tabela 2, apresentada a seguir, compara algumas zonas de segurança ambiental traduzidas em limites de T e UR considerados seguros para coleções com artefatos de madeira ou diversas, encontrados na literatura. O comportamento físico-mecânico dessa tipologia específica de material se diferencia de outras em função de

suas propriedades higroscópicas, que podem ser mensuradas, por exemplo, através do teor de umidade em condições de equilíbrio (GONÇALVES, 2013, apêndice A).

Tabela 2 - Capela da Ceia - índices de desempenho com relação às zonas de segurança ambiental propostas na literatura para artefatos de madeira ou coleções diversas (os valores entre parênteses referem-se às faixas admissíveis estendidas).

Referência	UR segura (%)	UR adm. (%)	T segura (°C)	T adm. (°C)	Observação	Índice de desempenho (%)
ASHRAE (2007); Michalski (2007); Michalski & Grattan (2007)		25-75			Prevenção de mofo (classe C)	53,2
Brown (2002)	45-65		18-24		Coleções diversas, climas temperados	15,0
Kozłowski (2010); Bratasz (2013)	56,6-85,4				Limites variáveis	71,7
BS 5454 (BSI, 2000)	45-60	40-65	16-19		Coleções diversas, uso frequente	1,8 (6,0)
Erhardt & Mecklenburg (1994)	40-70	30-80				32,4 (81,2)
Kerschner (1992)	35-50		21-24			0,3
Lehmbruck (1974)	60-65		16-24		Coleções diversas	9,8
Mecklenburg & Tumosa (1999)	35-60				Coleções diversas	7,8
Mecklenburg (2007)	37-53	30-80	19-23	13-23	Parâmetros adotados na Smithsonian Institution	1,1 (77,2)
Mecklenburg (2010)	30-70	20-80	19-23		Estabilidade mecânica	16,4 (46,9)
Padfield (1994)	35-65				Coleções diversas	18,1
PAS 198 (BSI, 2011)	30-65		16-30		Coleções diversas	17,6
Sebera (2001)		20-65			Estabilidade mecânica de materiais orgânicos com baixa vulnerabilidade	18,1
Thomson (1986)	50-60	40-70			Ressecamento de papel, prevenção de mofo	7,4 (32,4)
UNI 10829 (UNI, 1999)	50-60		19-24			5,5
UNI EN 15757 (UNI, 2010)	60-83		16,6-22,6			72,6
Gonçalves (2013)	60-75		16-25		7º. a 93º. percentil da amostra	42,9
Givoni (1998)	(w=4g/Kg a 80%)		18-29		Conforto ambiental humano	61,5
Givoni (1998); Gonçalves (2013)					Interseção entre as duas zonas acima	31,9

Cabe destacar, conforme se discutiu acima, que o gerenciamento ambiental contemporâneo objetiva mais propriamente o controle das flutuações ambientais, de acordo com a classe de vulnerabilidade dos materiais, do que o estabelecimento de padrões rígidos (MICHALSKI, 1993, 1994; ASHRAE, 2007, p. 21.12; MICHALSKI & GRATTAN, 2007; ICOM-CC, 2015). Os limites de umidade relativa são graficamente comparados na Figura 1. Verifica-se que há grande variação nos limites de controle propostos na literatura e que a maioria das zonas estudadas centra o limites de umidade relativa entre 40 e 60%. Nota-se ainda que diversos autores admitem certa flexibilidade em torno dos limites propostos para o controle da umidade relativa (limites mostrados em cinza na Figura 1).

A Figura 2 mostra os dados monitorados internamente à Capela da Ceia (pontos negros) plotados sobre uma carta psicrométrica na qual foram superpostas algumas zonas de segurança ambiental descritas na Tabela 2, para as quais os autores indicaram ambos os limites seguros ou admissíveis de T e UR. Em vermelho está destacada a zona proposta por Gonçalves (2013), com base nos histogramas de frequência das variáveis, bem como na análise de limites encontrados na literatura (Tabela 2) e definições da norma EN15157 (UNI, 2010). Verifica-se que a variação observada nos limites propostos na literatura também é grande em termos da temperatura.

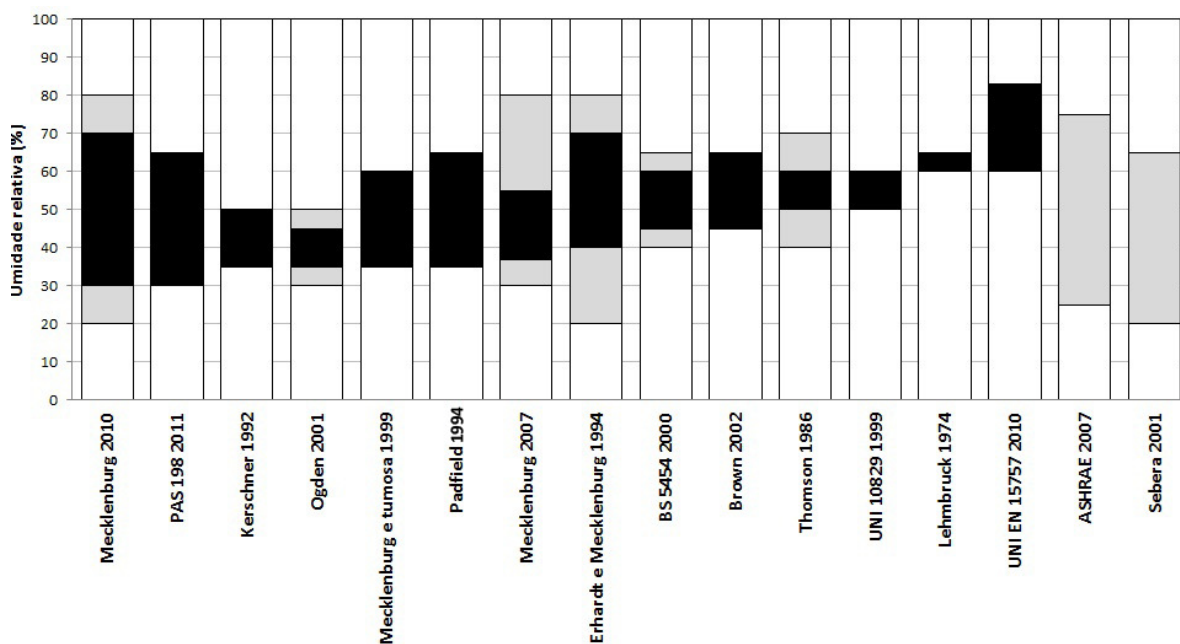


Figura 1 - Comparação de limites de controle de umidade relativa do ar propostos na literatura para artefatos de madeira ou coleções diversas.

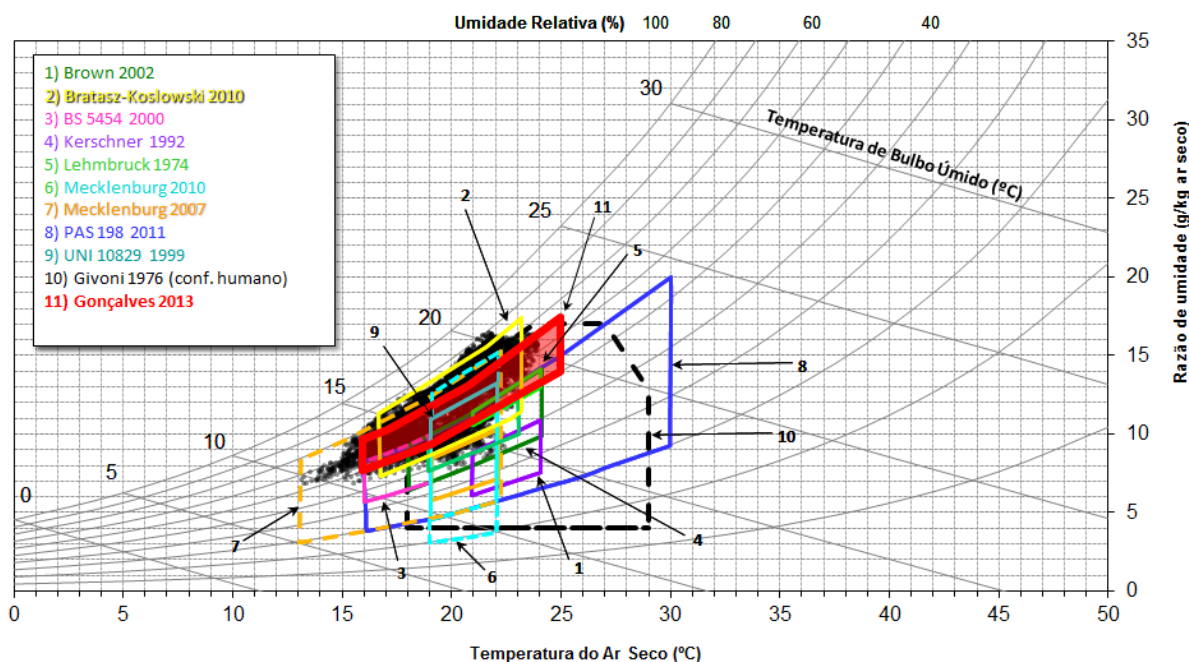


Figura 2 - Capela da Ceia - T_i e UR_i monitoradas plotadas sobre diagrama psicrométrico contendo zonas de segurança ambiental para coleções diversas e com artefatos de madeira.

A análise dos dados permite afirmar que para o estudo de caso, os limites seguros para a conservação dos bens culturais abrigados na Capela são mais restritivos que os limites da zona de Givoni, resultando em um índice de desempenho menor em relação à última. Essa evidência é coerente com a maior capacidade de adaptação ao microclima dos seres humanos, em comparação com os artefatos estudados.

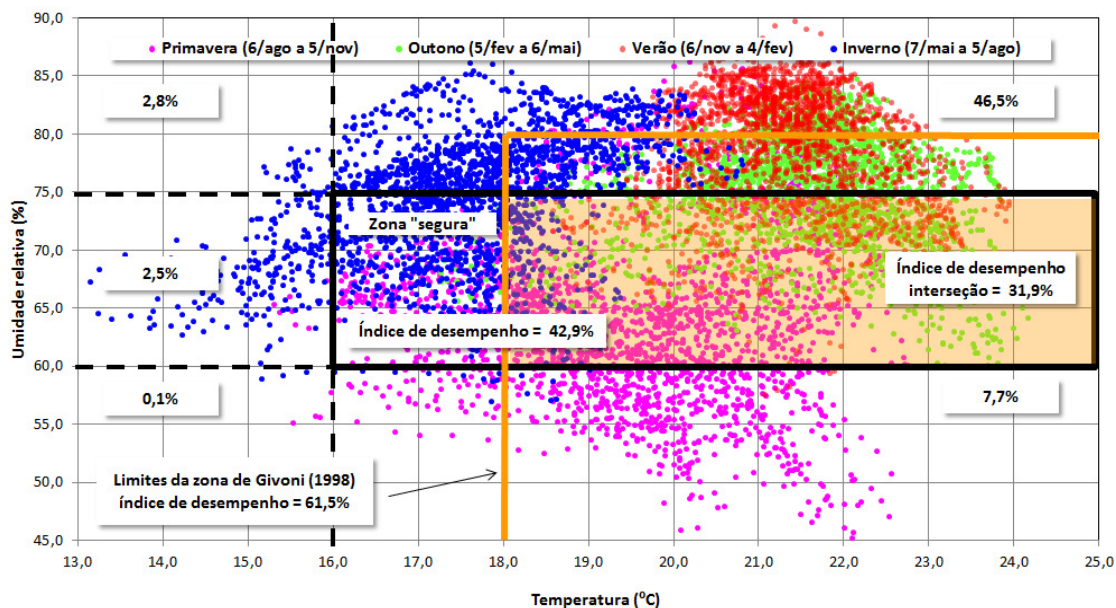


Figura 3 - Capela da Ceia - diagrama de dispersão de T_i x UR_i monitoradas, com índices de desempenho em relação à zona de segurança proposta por Gonçalves (2013).

5. Considerações finais

A comparação de zonas de segurança ambiental para coleções contendo artefatos de madeira e diversas encontradas na literatura demonstra grande variabilidade nas diretrizes indicadas para o gerenciamento ambiental, em termos dos valores considerados seguros para temperatura e para umidade relativa. A coincidência de demandas de gerenciamento ambiental voltadas para usuários e coleções, ao longo de um determinado período de monitoramento pode ser avaliada por meio de índices de desempenho. Para o caso estudado, a zona de segurança para conservação resultou mais restritiva que a zona de conforto humano.

Gonçalves (2013) aprofunda a discussão resumida neste artigo. Os resultados aqui apresentados foram utilizados pelo autor para discutir o potencial de aplicabilidade de ferramentas computacionais de simulação ambiental à conservação preventiva de coleções, comparando-se os dados obtidos no monitoramento ambiental in loco com os resultados de simulações por equações preditivas utilizando regressão linear múltipla (KRUGER & GIVONI, 2004), e com a utilização do software Energy Plus. A complexidade da problemática aqui levantada aumenta sobremaneira se consideradas simultaneamente as necessidades do conforto ambiental humano, as condições de preservação do acervo e os aspectos de eficiência energética envolvidos em ambos.

Agradecimentos

O autor agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Minas Gerais - FAPEMIG e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelos recursos financeiros aplicados no financiamento da pesquisa; ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN e ao Pe. Rocha pela colaboração e permissão do acesso ao edifício do estudo de caso.

Referências

- ARAÚJO, Virginia. Parâmetros de Conforto Térmico para Usuários de Edificações Escolares no Litoral Nordeste Brasileiro. 1996. *Tese* (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- ASHRAE - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. *Standard 55-2004 – Thermal comfort conditions for human occupancy*. Atlanta: ASHRAE, 2004.
- ASHRAE - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. *2007 ASHRAE handbook: HVAC applications – SI edition*. Atlanta: ASHRAE, 2007.

- ASSIS, Eleonora S.; BASTOS, Renata V.. Análise das condições de conservação do acervo da Biblioteca da Escola de Arquitetura da UFMG. In: Encontro Nacional (9) e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído (5), 2007, Ouro Preto. *Anais...* São Paulo: ANTAC/UFMG, 2007. p. 142-151.
- AWBI, Hazim B.. *Ventilation systems - design and performance*. Londres: Taylor & Francis, 2008. 445 p. ISBN 9780419217008
- BALOCCO, Carla. Daily natural heat convection in a historical hall. *Journal of Cultural Heritage*, v. 8, n. 4, p. 370-376, 2007.
- BERNARDI, Adriana. *Microclimate inside cultural heritage buildings*. Pádua: Il Prato, 2008.
- BOTTIGLIONI, Sergio. Indoor climate - specifications and standards. In: BROPHY, Vivienne; GOULDING, John R.; TOMPAZES, Alexandros. *Museums - Energy Efficiency and Sustainability in Retrofitted and New Museum Buildings Handbook*. Dublin: University College Dublin, 2004. p. 58-69.
- BRATASZ, Lukas. Allowable microclimatic variations for painted wood. *Studies in Conservation*, v. 58, n. 2, p. 65-79, 2013.
- BROWN, Steve *et al.* *Guidelines for environmental control in cultural institutions*. Canberra: Heritage Collections Council, 2002.
- BSI - BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *BS 5454-2000: Recommendations for the storage and exhibition of archival documents*. Londres: BSI, 2000.
- BSI - BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *PAS 198-2011: specifications for managing environmental conditions for cultural collections*. (Draft version 2.0 for public comments 05/31/2011). Londres: BSI Standards, 2011.
- CAMUFFO, Dario. *Microclimate for cultural heritage*. Nova Iorque: Elsevier, 1998, 415 p. ISBN 0444829253.
- CAMUFFO, Dario; DELLA VALLE, Antonio. Church heating: a balance between conservation and thermal comfort. Getty Conservation Institute. In: *Experts Roundtable on Sustainable Climate Management Strategies*, Abril de 2007, Tenerife: Getty Conservation Institute, 2007. p. 1-23.
- CASSAR, May. *Environmental management*. Londres: Routledge, 1995. ISBN 0415105595.
- CORGNATI, Stefano Paolo; FABI, Valentina; FILIPPI, Marco. A methodology for microclimatic quality evaluation in museums: Application to a temporary exhibit. *Building and Environment*, v. 44, n. 6, p. 1253-1260, 2009.
- CORGNATI, Stefano Paolo; FILIPPI, Marco. Assessment of thermo-hygrometric quality in museums: Method and in-field application to the "Duccio di Buoninsegna" exhibition at Santa Maria della Scala (Siena, Italy). *Journal of Cultural Heritage*, v. 11, n. 3, p. 345-349, 2010.
- COSTANZOS, Silvia; CUSUMANO, A.; GIACONIA, C.; GIACONIA G.. Preservation of the artistic heritage within the seat of the Chancellorship of the University of Palermo: A proposal on a methodology regarding an environmental investigation according to Italian Standards. *Building and Environment*, v. 41, n. 12, p. 1847-1859, 2006.
- D'AGOSTINO, Valeria. Condizioni microclimatiche e di qualità dell'aria negli ambienti museali. 2006. *Tese* (Doutorado). Università degli Studi di Napoli Federico II, Nápoles, 2006.
- DE ROJAS, Carmen; CAMARERO, Carmen. Visitors' experience, mood and satisfaction in a heritage context: Evidence from an interpretation center. *Tourism Management*, v. 29, n. 3, p. 525-537, 2008.
- DINIZ, Wivian P. P.; SOUZA, Luiz Antonio Cruz e. Conforto ambiental para coleções e pessoas. *Cadernos de arquitetura e urbanismo*, v. 9, n. 10, p. 91-105, 2002.
- EH - ENGLISH HERITAGE. *Energy Conservation in traditional buildings*. Londres: English Heritage, 2008. Disponível em: <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/energy-conservation-in-traditional-buildings/>. Acesso em: 18 de out. 2015.
- ERHARDT, David; MECKLENBURG, Marion. Relative humidity re-examined. *Studies in Conservation*, v. 39, n. Supplement-2, p. 32-38, 1994.

FANGER, Poul O.. *Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering*. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1972. 244 p. ISBN 0070199159.

GCI - GETTY CONSERVATION INSTITUTE. *Collections in Hot & Humid Environments* (1997-2002). Los Angeles, GCI, 1997. Disponível em: <http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/hothumid/>. Acesso em: 16 de fev. 2016.

GCI - GETTY CONSERVATION INSTITUTE. Experts' Roundtable on Sustainable Climate Management Strategies – Edited transcript. In: *Experts Roundtable on Sustainable Climate Management Strategies*, Abril de 2007, Tenerife: Getty Conservation Institute, 2007.

GIVONI, Baruch. *Climate considerations in building and urban design*. Nova Iorque, Londres: Van Nostrand Reinhold, 1998. ISBN 0442009917.

GONÇALVES, Willi B.. Estudo de índices de conforto térmico avaliados com base em população universitária na Região Metropolitana de Belo Horizonte. 2000. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia Mecânica). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Mecânica, 2000. Orientador: Prof. Dr. Ramón Molina Valle.

GONÇALVES, Willi B.. Métricas de preservação e simulações computacionais como ferramentas diagnósticas para a conservação preventiva de coleções: estudo de caso no sítio patrimônio mundial de Congonhas - MG. 2013. *Tese* (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Belas Artes, 2013. Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Cruz e Souza. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/JSSS-9GRH79>>. Acesso em: 12 de fev. 2014.

GONÇALVES, Willi B.; SOUZA, Luiz Antonio Cruz e. Potencial de uso de ventilação natural ou forçada na conservação preventiva de bens culturais móveis estudo de caso. In: Encontro Nacional (12) e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído (8), 2013, Brasília. *Anais...* Brasília: ANTAC, 2013. p. 925-934.

GONÇALVES, Willi B.; SOUZA, Luiz Antonio Cruz e. Considerações sobre sistemas de climatização empregados no gerenciamento ambiental de coleções, visando sua conservação preventiva. *Anais do Museu Histórico Nacional*, Rio de Janeiro, v. 46, p. 93-109, 2014.

HENRY, Michael C.. From the outside in: preventive conservation, sustainability, and environmental management. *Conservation: the Getty Conservation Institute newsletter*, Los Angeles, v. 22 n. 1, p. 4-9, 2007a.

HENRY, Michael C. The heritage building envelope as a passive and active climate moderator: Opportunities and issues in reducing dependency on air-conditioning. In: *Experts Roundtable on Sustainable Climate Management Strategies*. Tenerife: Getty Conservation Institute, 2007b. p. 1-32.

HUMPHREYS, Mike. Outdoor temperatures and comfort indoors. *Building Research & Information*, v. 6, n. 2, p. 92, 1978.

ICOM-CC. CONSELHO INTERNACIONAL DE MUSEUS. COMITÉ DE CONSERVAÇÃO. *Declaration on environmental guidelines*. 2015. Disponível em: <<http://www.icom-cc.org/332/-icom-cc-documents/declaration-on-environmental-guidelines>>. Acesso em: 20 de abr. 2015.

INMETRO. *Vocabulário de metrologia legal*. Rio de Janeiro, INMETRO, 2003, 3ª ed. 27p. ISBN 85-87090-88-7

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Standard 7730, Ergonomics of the thermal environment - analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. Genebra: International Organization for Standardization, 2005.

JEONG, Jae-Hoon; LEE, Kyung-Hoon. The physical environment in museums and its effects on visitors' satisfaction. *Building and Environment*, v. 41, n. 7, p. 963-969, 2006.

KERSCHNER, Richard. A practical approach to environmental requirements for collections in historic buildings. *Journal of the American Institute for Conservation*, Washington, v. 31, n. 1, p. 65-76, 1992.

KLEIVEN, Tommy. Natural ventilation in buildings: architectural concepts, consequences and possibilities. *Tese* (Doutorado). Trondheim: Norwegian University of Science and Technology,

Faculty of Architecture and Fine Art, Department of Architectural Design, History and Technology, 2003. ISSN 1503-8181.

KOZŁOWSKI, Roman. Standardisation activity on the protection of sensitive materials like wood within CEN Technical Committee 346. In: *Establishing Standards for Allowable Microclimatic Variations for Polychrome Wood*. Oslo, 2010. p. 1-31. Disponível em: <<http://www.cyf-kr.edu.pl/~ncbratas/oslo/KozlowskiOslo2010.pdf>>. Acesso em: 22 de fev. 2013.

KRÜGER, Eduardo; DINIZ, Wivian. Relationship between indoor thermal comfort conditions and the Time Weighted Preservation Index (TWPI) in three Brazilian archives. *Applied Energy*, v. 88, p. 712-723, 2011.

KRÜGER, Eduardo e GIVONI, Baruch. Predicting thermal performance in occupied dwellings. *Energy and Buildings*, v. 36, n. 3, p. 301-307, 2004.

LA GENNUSA, Maria; RIZZO, Gianfranco; SCACCIANOCE, Gianluca; NICOLETTI, Francesco. Control of indoor environments in heritage buildings: experimental measurements in an old Italian museum and proposal of a methodology. *Journal of Cultural Heritage*, v. 6, n. 2, p. 147-155, 2005.

LA GENNUSA, Maria; LASCARI, Giovanni; RIZZO, Gianfranco; SCACCIANOCE, Gianluca. Conflicting needs of the thermal indoor environment of museums: In search of a practical compromise. *Journal of Cultural Heritage*, v. 9, n. 2, p. 125-134, 2008.

LEHMBRUCK, Manfred. Conservation - physiochemistry of the objects. *Museum International*, v. 26, n. 3-4, p. 205-220, 1974. ISSN 1468-0033.

MAEKAWA, Shin. Estratégias alternativas de controle climático para instituições culturais em regiões quentes e úmidas. In: BITTENCOURT, Jose Neves; GRANATO, Marcus; BENCHETRIT, Sarah. *Museus, Ciência e Tecnologia*. Rio de Janeiro: Museu Histórico Nacional, 2007a. p. 223-244.

MAEKAWA, Shin. Investigations of climate control alternatives for cultural institutions in hot and humid climates. In: *Experts Roundtable on Sustainable Climate Management Strategies*, Abril de 2007, Tenerife: Getty Conservation Institute, 2007b. p. 1-27.

MAEKAWA, Shin; CARVALHO, Claudia; TOLEDO, Francisa; BELTRAN, Vincent. Climate controls in a historic house museum in the tropics: A case study of collection care and human comfort. In: *PLEA 2009 Conference on Passive and Low Energy Architecture* (26), 2009a. p. 22-24. Disponível em: <http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/climate/barbosa_plea.pdf>. Acesso em: 24 de jun. 2016.

MAEKAWA, Shin; CARVALHO, Claudia; TOLEDO, Francisa; BELTRAN, Vincent. Sistema de controle climático para a Biblioteca Rui Barbosa: Preservação da coleção e conforto dos visitantes. In: *Congresso Nacional de Coconservadores e Restauradores de Bens Culturais* (13), v. 1, 2009b. p. 281-285.

MARTENS, Marco H. J.. Climate risk assessment in museums: degradation risks determined from temperature and relative humidity data. 2012, 214 p. *Tese* (Doutorado). Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, Department of Architecture, Building and Planning, 2012, ISBN 978-90-6814-645-5.

MARTENS, Marco H. J.; SCHELLEN, Henk L.. Climate risk assessment in museums. In: ASHLEY-SMITH, Jonathan; BURMESTER, Andreas; EIBL, Melanie (Eds.). *Climate for Collections: Standards and Uncertainties*. Londres: Achetype publications, 2013. p. 363-374. Disponível em: <http://www.doernerinstitut.de/downloads/Climate_for_Collections.pdf>. Acesso em: 24 de jun. 2016.

MECKLENBURG, Marion F.. *Determining the acceptable ranges of relative humidity and temperature in museums and galleries, part 1, structural response to relative humidity*. 2007. Disponível em: <<http://si-pddr.si.edu/dspace/handle/10088/7056>>. Acesso em: 16 de ago. 2012.

MECKLENBURG, Marion F.. *Determining the acceptable ranges of relative humidity and temperature in museums and galleries. Lecture at the Danish National Gallery*, 2010. Disponível em: <http://www.conservationphysics.org/cpw/uploads/Storage/mecklenburg_cph2010.pdf>. Acesso em: 22 de fev. 2013.

- MECKLENBURG, Marion F.; TUMOSA, Cuarlle S.. Temperature and relative humidity effects on the mechanical and chemical stability of collections. *ASHRAE Journal*, v. 41, n. 4, p. 69-74, 1999.
- MICHALSKI, Stefan. Relative humidity: a discussion of correct/incorrect values. In: *ICOM-CC Triennial Conference* (10), 22-27 ago. 1993. Washington: ICOM, v. 2, 1993. p. 624-629.
- MICHALSKI, Stefan. Relative Humidity and Temperature Guidelines: What's Happening? *CCI Newsletter*, n. 14, p. 6-8, 1994.
- MICHALSKI, Stefan. Climate control priorities and solutions for collections in historic buildings. *Historic Preservation Forum*, v. 12, n. 4, p. 8-14, 1998.
- MICHALSKI, Stefan. The ideal climate, risk management, the ASHRAE chapter, Proofed fluctuations and toward a full risk analysis model. In: *Experts Roundtable on Sustainable Climate Management Strategies*, Abril de 2007, Tenerife: Getty Conservation Institute, 2007. p. 1-19.
- MICHALSKI, Stefan; GRATTAN, David. W.. *Environmental guidelines for museums temperature and relative humidity*. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2007.
- ORESZCZYN, Tadj; CASSAR, May; FERNANDEZ, Keith. Comparative study of air-conditioned and non air-conditioned museums. Preventive conservation: practice, theory and research. *Studies in Conservation*, v. 39, n. Supplement-2, p. 144-148, 1994.
- PADFIELD, Tim. The role of standards and guidelines: Are they a substitute for understanding a problem or a protection against the consequences of ignorance. In: *Durability and Change. The Science, Responsibility, and Cost of Sustaining Cultural Heritage*. John Wiley & Sons Ltd: West Sussex, 1994. p. 191-199. Disponível em: <<http://www.padfield.org/tim/cfys/ppubs/dahlem.pdf>>. Acesso em: 21 de fev. 2016.
- PADFIELD Tim; TOLEDO, Franciza; CONRAD, Ernest. Passive design, mechanical systems and doing nothing: a discussion about environmental management. *Conservation: the Getty Conservation Institute newsletter*, Los Angeles, v. 22, n. 1, p.10-16, 2007. Disponível em: <http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/newsletters/22_1/dialogue.html>. Acesso em: 21 de fev. 2016.
- PARK, Sharon C.. Sustainable design and historic preservation. *CRM*, n. 2, p.13-16, 1998.
- PEREIRA, Iraci M.; ASSIS, Eleonora S.. Avaliação de modelos de índices adaptativos para uso no projeto arquitetônico bioclimático. *Ambiente Construído*, v. 10, n. 1, p. 31-51, 2010.
- REILLY, James M.; NISHIMURA, Douglas; ZINN, Edward. *New tools for preservation: assessing long-term environmental effects on library and archives collections*. Washington, DC: Commission on Preservation and Access, 1995. 35 p. ISBN 1887334467. Disponível em: <<https://www.clir.org/pubs/reports/pub59/pub59.pdf>>. Acesso em: 21 de fev. 2016.
- REILLY, James M.; NISHIMURA, Douglas; ZINN, Edward. *Novas ferramentas para preservação: avaliando os efeitos ambientais a longo prazo sobre coleções de bibliotecas e arquivos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 2001, 44 p. Disponível em: <<http://www.portalan.arquivonacional.gov.br/media/CPBA%2019%20Novas%20Ferram.pdf>>. Acesso em: 21 de fev. 2016.
- SALA, Mario; GALLO, P.. Building energy management systems and intelligent component design In: TOMBAZIS, Alexandros N. *et al. Museums - Energy Efficiency and Sustainability in Retrofitted and New Museum Buildings Handbook*. Dublin: University College Dublin, 2004. p. 70-82.
- SEBERA, David K.. *Isopermas: uma ferramenta para o gerenciamento ambiental*. [trad. José Luiz Pedersoli Jr.] 2. ed. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos: Arquivo Nacional, 2001.
- STENSJO, Iraci P. Método de análise comparativa de índices de conforto térmico para o Brasil. In: Encontro Nacional (13) e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído (9), 2015, Campinas. *Anais...* Campinas: ANTAC, 2015. p. 1-10.
- THOMSON, Garry. *The Museum Environment*, Londres: Butterworth-Heinemann, 1986.

- TOLEDO, Franciza L.. Controle ambiental através de intervenções mínimas em edifícios históricos. In: *Memória e Informação*, 2004. Rio de Janeiro: Casa de Rui Barbosa, 2004. p.1-10.
- TOLEDO, Franciza L. Museum passive buildings in warm, humid climates. In: *Experts Roundtable on Sustainable Climate Management Strategies*, Abril de 2007, Tenerife: Getty Conservation Institute, 2007. p. 1-26.
- TOLEDO, Franciza L.. Controle ambiental e preservação de acervos documentais nos trópicos úmidos. *Acervo*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 71-76, 2010.
- UNI – ENTE NAZIONALE ITALIANO DE UNIFICAZIONI. *UNI 10829 - Works of art of historical importance – ambient conditions for the conservation – measurements and analysis*. Milão: UNI, 1999.
- UNI – ENTE NAZIONALE ITALIANO DE UNIFICAZIONI. *UNI 10969 - Cultural heritage - general principles for the choice and the control of the microclimate to preserve cultural heritage in indoor environments*. Milão, 2002
- UNI – ENTE NAZIONALE ITALIANO DE UNIFICAZIONI. *UNI EN 15757 - Conservation of Cultural Property - Specifications for temperature and relative humidity to limit climate - induced mechanical damage in organic hygroscopic materials*. Milão: UNI, 2010.
- XAVIER, Antônio. Condições de Conforto Térmico para Estudantes de 2º Grau na Região de Florianópolis. 1999. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
- YOUNG, Alan; CASSAR, May. Indoor climate and tourism effects - a UK perspective. In: *Advanced Research Initiation Assisting and Developing Networks in Europe Workshop*, Ariadne 7, 2001. p. 1-9.

Data de recebimento: 18.10.2015

Data de aceite: 23.06.2016