

CONTROLE AMBIENTAL ATRAVÉS DE INTERVENÇÕES MÍNIMAS EM EDIFÍCIOS HISTÓRICOS **(Slide 1)**

O controle ambiental em edifícios históricos tem como objetivos básicos a conservação da edificação, do seu recheio artístico, e o seu melhor uso. O controle ambiental em edifícios históricos é uma área importante da conservação preventiva, e visa sobretudo à manutenção de estabilidade climática interna, porque condições climáticas estáveis permitem que os materiais entrem em equilíbrio com o ambiente, favorecendo a sua conservação. A conservação preventiva, através do controle ambiental, do uso adequado e manutenção de edifícios históricos, deve ser uma prática cotidiana, enquanto que a restauração deve ser sempre uma medida de exceção.

O controle ambiental em edifícios históricos tem sido feito de duas maneiras, com o uso de alta ou de baixa tecnologia. O controle climático que gostaria de abordar hoje é aquele que usa tecnologia de baixo impacto, a 'low technology', que preconiza o controle passivo, respeita as características físicas do edifício, é mais econômica, e auto-sustentável. Na primeira parte da apresentação, discutirei algumas questões e conceitos relativos ao controle ambiental, mostrando as vantagens de uma abordagem passiva, com intervenção mínima; e na segunda, apresentarei um estudo de caso bem sucedido.

(Slide 2) Os edifícios antigos e vernáculos controlam, de modo passivo, ou seja, através de suas características físicas, o clima interior, porque a tecnologia de então só nos permitia contar com um desenho adequado, e materiais e técnicas construtivas disponíveis localmente. O controle climático era feito através da arquitetura, tirando partido de chaminés (para captação de ventos ou exaustão), água quente (em dutos metálicos dentro de paredes), e do fogo (lareiras), tanto para o resfriamento como para o aquecimento das edificações.

(Slide3) Como combater o calor e a umidade (falta ou excesso) de modo passivo? Os habitantes de Thatta, no Paquistão, região quente e seca, conseguem ventilar e umidificar o interior de suas casas através de torres de captação de ventos, os 'wind-catchers'. No Irã, região de condições climáticas similares, essas torres são mais robustas, mas não menos eficientes como instrumento de conforto.

(Slide 4) A dissipação do calor e umidade excessivos em habitações vernáculas, nas regiões tropicais quentes e úmidas, como nas Filipinas, no nordeste do Brasil, Índia, Ghana, e no Sri Lanka, é feita através do uso

da palha, em tetos e paredes. A palha dos coqueiros e de outras palmáceas, é um material leve, poroso e resistente, com capacidade de dispersar o calor e a umidade durante o dia, promovendo uma noite fresca e ventilada aos seus usuários. Observem a semelhança na maneira de aplicar a palha e as aberturas nas cumeeiras, para saída de ar quente, nessas 5 fotos.

Os edifícios construídos no século XIX, no Recife, utilizaram-se, para a redução do calor e umidade e estabilização do clima no interior do edifício, de azulejos, paredes espessas, pés direitos altos, porões altos, forros vazados, e aberturas em todas as fachadas (tanto portas como janelas), para uma ventilação natural cruzada, a qual tem sido a nossa melhor arma para o combate ao calor e umidade. **(Slides 5 a 20).**

(Slide 21) O século xx foi marcado por um avanço tecnológico ímpar. Com a revolução industrial, a produção em massa, e a mecanização da vida moderna, passamos a depender cada vez mais das máquinas e das fontes de energia não renováveis, como o carvão, gás e petróleo. Os efeitos do frio, calor e umidade no interior do edifício passaram a ser combatidos mecanicamente, primeiro através de sistemas de aquecimento, e depois de refrigeração (EUA).

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 dispõem mais de recursos financeiros para mantê-los.

Com as sucessivas crises energéticas, a partir dos anos 70, começamos a desenvolver uma consciência ecológica. Começamos a perceber que não poderíamos continuar sendo tão abusivos e dependentes de recursos naturais não renováveis, como éramos, e a buscar outros meios para as atividades mecânicas e o funcionamento de máquinas, através do crescente uso de fontes de energia alternativas, como os ventos, as águas e o sol, preferindo-se aquelas renováveis e não poluentes.

Com o desenvolvimento tecnológico, a localização e orientação do edifício, quando de sua concepção e construção, passaram a não ser mais importantes, e o seu desempenho térmico e higroscópico, uma preocupação secundária. Além disso, todos materiais e técnicas construtivas passam a ser utilizados em todos os lugares

indiscriminadamente, como o abundante uso de vidro em regiões quentes **(slide 22)**, uma vez que as máquinas condicionadoras de ar seriam instaladas para compensar os desequilíbrios gerados pela nova arquitetura, como o frio no inverno, e o calor e umidade no verão, ou seja, as máquinas atenderiam à necessidade de conforto de seres humanos e de preservação de acervos culturais, sendo ela de aquecimento ou refrigeração do ar.

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 **(slide 23)**. 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).

Além disso, o uso dos recursos energéticos renováveis ainda é muito incipiente. Nesse contexto, a baixa tecnologia, ou seja, a tecnologia que usamos para o controle do clima, mostra-se hoje a mais genuína e apropriada, se almejamos a preservação da arquitetura, materiais e técnicas construtivas antigas e vernáculas.

(slide 24) Em muitos países, as instituições culturais já procuram consumir menos, reciclar mais, não desperdiçar, e isso vai desde o aproveitamento do papel consumido pelas impressoras nos escritórios, até o apagar de luzes e de aparelhos de ar condicionado, para redução das contas de energia elétrica. Nós que lutamos contra o desperdício dos recursos naturais, devemos pensar mais sobre o esgotamento das matérias primas, e a preservação do que já dispomos, sobretudo em patrimônio construído.

O controle ambiental em edifícios históricos, no futuro, se voltará a certos conceitos básicos, quase minimalistas, ao que a tecnologia nos oferece que pode ser renovado ou reciclado, e, finalmente, às antigas tecnologias através do controle climático 'low-tech'. Uma visão otimista do futuro seria o crescente uso de sistemas alternativos de controle ambiental com intervenção mínima e sustentável, em edifícios históricos.

Muitos cientistas e pesquisadores voltam-se hoje para os exemplos arquitetônicos do passado, para aprenderem como o controle ambiental passivo era feito, através de desenho e de materiais

construtivos climaticamente adequados. Decorre daí a importância da análise da arquitetura e dos detalhes construtivos em edifícios históricos, assim como da execução de prospecções e exames laboratoriais, antes de qualquer intervenção física, seja ela de caráter preventivo ou restaurador.

Devemos avaliar os edifícios históricos como testemunhas de uma época e de um modo de viver de um povo. Eles sintetizam sobretudo, através de seu desenho, materiais e técnicas construtivas, o seu nível tecnológico, em um determinado período na história. Ao tomarmos medidas de conservação preventiva ou interventiva, devemos entender o edifício como um todo, como uma construção envolvente e protetora, que abrigou atividades humanas complexas, e, o mais importante, foi um dia auto-suficiente em termos energéticos.

Os edifícios se modificam com o passar do tempo; crescem ou diminuem de tamanho; desse modo, para entender o desempenho climático do edifício é preciso distinguir-se o núcleo original dos acréscimos sofridos posteriormente, muitos deles tão harmônicos, que passam despercebidos ao olhar menos atento, para sabermos se esses acréscimos favorecem (ou não) a promoção de um clima ameno e estável no seu interior.

Uma análise formal do edifício nos dá uma indicação de sua evolução construtiva, e nos permite caracterizar e datar os espaços construídos e\ou demolidos, ao longo do tempo. Nesse sentido uma pesquisa histórica e documental sobre sua configuração e estado de conservação, anterior e atual, são medidas essenciais que subsidiarão futuras intervenções 'low-tech'. Por último, essas intervenções mínimas, serão fundamentadas no monitoramento e análise das condições no interior e exterior do edifício histórico, mais precisamente, na medição sistemática dos valores de temperatura e umidade do ar.

(Slide 25) Os nossos edifícios históricos datam, na sua maioria, do século XVIII e XIX. Seus materiais construtivos envelheceram com o passar dos anos, foram alvo dos elementos naturais e de ações humanas, desgastaram-se, encheram-se de doenças, e muitos deles perderam a sua função. Esse é um gráfico elaborado por um cientista alemão, que trabalhou conosco no Getty, Urs Muller. Ele ilustra bem as transformações pela qual o edifício antigo passa ao longo de sua existência.

No caso do Brasil, que nunca sofreu nenhuma guerra, como a 2ª Guerra Mundial, ou a que ocorre hoje no Iraque, apenas algumas catástrofes naturais, os principais problemas enfrentados pelos edifícios antigos são causados pelo homem, através de intervenções inadequadas,

vandalismo, ou falta de manutenção, que concorrem para a infiltração d'água, umidade excessiva, e a biodeterioração dos materiais.

Em edifícios antigos, algumas doenças, disfunções, ou mau desempenho, são muitas vezes decorrentes da mudança de uso e\ou ocupação aleatória e indiscriminada de espaços, que se materializam com o fechamento de vãos, aplicação de novos revestimentos e substituição de materiais envelhecidos ou detalhes considerados 'obsoletos'. Em se tratando da preservação de edifícios históricos, é imprescindível que o uso e ocupação posteriores se adequem ao espaço disponível, e não o contrário, como normalmente ocorre em nossas instituições culturais.

Já vimos que a mudança de uso e a conseqüente instalação de novos equipamentos que asseguram comodidade e conforto humano, podem causar danos físicos e doenças no tecido construtivo, pela introdução de água e a proliferação de micróbios.

Essas doenças também podem ser causadas pela modificação do entorno, com a perda gradativa de vegetação e solo natural, a construção de aterros, edifícios, aberturas de vias, e adensamento urbano, como é o caso do entorno da Fundação Casa de Rui Barbosa. Por último, essas doenças no edifício antigo podem decorrer de mudanças radicais no seu desenho e tecido construtivo, decorrentes de novos códigos urbanos, estilos arquitetônicos ou artísticos em voga, como a Lei das Águas, no século XIX, onde prevaleceram a questão sanitária e a implantação do estilo neoclássico, com a conseqüente modificação dos telhados e adoção das platibandas.

Portanto, para se intervir em um edifício histórico, visando à sua preservação e usando baixa tecnologia, as causas dessas patologias precisam ser identificadas e sanadas, para que o edifício volte a ter o desempenho climático original e adequado a função e ocupação futura. Isso é primordial e deve ser feito antes da adoção de qualquer tipo intervenção ou controle.

No caso de climas tropicais e subtropicais, quentes e úmidos, a principal causa de degradação material é a ação da água, e a presença de umidade no interior do edifício. Em menor grau, a incidência solar e o aquecimento de superfícies, como telhados e paredes externas, também podem causar danos tanto aos materiais construtivos e de revestimento, como aos acervos culturais ali abrigados. A infiltração de água pelas paredes, seja pela chuva ou pelo solo, é a principal causa da biodeterioração, com a proliferação de fungos e apodrecimento dos materiais construtivos ou culturais.

O controle ambiental visa primeiramente a estabilidade climática no interior do edifício. Para a preservação dos materiais construtivos e culturais, a estabilidade da temperatura e umidade do ar é mais importante do que os valores em si, uma vez que tais materiais se 'aclimatam' às condições locais, ou seja, entram em equilíbrio com o ar ambiente. Quando em equilíbrio, os materiais não perdem nem ganham umidade (em forma de vapor d'água) para o ambiente.

Para intervirmos corretamente em um edifício histórico, utilizando-se de tecnologia de baixo impacto é preciso explorar ou restituir suas qualidades físicas.

A maioria dos edifícios antigos utilizou-se não só de materiais construtivos porosos e higroscópicos, como também de muros espessos, que são qualidades físicas excelentes para o controle e estabilidade da temperatura e umidade do ar. O uso de materiais orgânicos, como a madeira, o tecido e o papel, seja como revestimento ou como conteúdo de um determinado espaço físico, e apesar de sua vulnerabilidade aos insetos, são bons estabilizadores climáticos. Vejamos a relação entre conteúdo e continente, e o controle climático passivo em um determinado espaço (**slide 26**). No exemplo 1, são as condições climáticas do ar da sala que determinam o equilíbrio higroscópico do objeto; no exemplo 2, é o volume do material guardado que condicionará o ar do entorno.

É certo assumir que um edifício antigo possui um bom desempenho térmico e higroscópico, ou seja, é um bom controlador e estabilizador do clima, se seu telhado e muros estão íntegros, e se o seu conteúdo, ou seja, se seus materiais de revestimentos, móveis e objetos decorativos, não apresenta nenhum sinal de dano, seja ele físico, químico, ou biológico. A avaliação o desempenho climático do edifício é feita através da medição sistemática e prolongada da temperatura e umidade relativa do ar, tanto fora como dentro da edificação.

Nem todo edifício antigo é problemático, e nem difícil de ser mantido. O problema é que, além do envelhecimento natural dos materiais, não existem vistorias ou manutenção periódicas nesses edifícios, ou seja, não há ações de conservação preventiva. Por isso, o processo de deterioração é acelerado, e intervir passa a ser remediar (cuidar do efeito e não da causa) ou, no fim, restaurar. O nível de degradação muitas vezes é tal, que alguns materiais construtivos originais precisam ser substituídos, para fazerem jus a novos usos e funções.

(slide 27) Concluimos essa primeira parte com um conjunto de iniciativas que podem minimizar os problemas físicos e climáticos em edifícios históricos. São elas: 1) saneamento de problemas estruturais e de revestimento no edifício, quais sejam, infiltrações de água ou ganhos térmicos; 2) acomodação de usos e atividades no interior do edifício, através de 'lay-outs', móveis e equipamentos adequados; 3) vistoria e monitoramento periódicos dos ambientes; e finalmente 4) utilização, para o condicionamento do clima no interior do edifício, de ventilação natural e desumidificação, sempre que for possível, em pequena escala, e de modo controlado e contínuo.

(slide 28) Em suma, o controle ambiental em edifícios históricos para nós, arquitetos e conservadores, é o controle que visa basicamente à redução da umidade e a estabilização climática. Isso pode ser feito tanto passivamente, respeitando-se a configuração do edifício, e tirando partido do tecido construtivo original e de novos revestimentos, no sentido de evitar ganhos de calor e umidade; como mecanicamente, utilizando-se de ventilação e desumidificação forçadas e controladas.

Como exemplo de controle ambiental, com intervenção mínima, em um edifício histórico, vejamos o caso de Hollybourne Cottage. O projeto de intervenção teve como objetivo o controle ambiental no interior de edifícios históricos, visando à sua conservação e a do seu conteúdo. A intervenção levou em consideração as características físicas e o tecido construtivo do edifício, e se aproveitou de alguns detalhes arquitetônicos, para promover um menor gasto com equipamentos condicionadores, manutenção física, e energia.

O projeto foi desenvolvido pelo GCI, entre 2000 e 2001, com bons resultados. Trata-se da concepção e instalação de um sistema alternativo de controle climático em um edifício histórico na Ilha Jekyll, na costa da Geórgia, EUA, que possui um clima subtropical úmido. Esse estudo de caso foi escolhido pelas suas similitudes com as questões ambientais encontradas na Casa de Rui Barbosa.

(slide 29) Hollybourne Cottage é uma construção de fins do século XIX, em madeira, alvenaria de tijolo cozido, e 'tabby', um concreto primitivo feito com areia e cal de conchas **(slide 30)**, e pertenceu a um engenheiro de pontes americano, Charles Maurice, abastado o suficiente para construir uma casa de veraneio, numa ilha exclusiva para moradias de verão de grandes fortunas americanas, no começo do século XX, como os Rockfellers, Goodyears, Vanderbuilts, e Macys, com as técnicas construtivas mais avançadas na época **(slides 31 e 32)**.

O grande chalé foi adquirido pelo estado americano, na década de 40, dentro de uma política nacional de conversão de edifícios privados, de valor histórico e artístico, em edifícios públicos. Encontra-se hoje vazio, e deverá se tornar, num futuro próximo, uma casa-museu. O edifício possuía sérios problemas de umidade, que danificaram parte de seu revestimento de madeira, de valor tecnológico e decorativo, particularmente no primeiro pavimento (**slide 33**). Essa umidade excessiva é decorrente de um sistema de drenagem deficiente, da ascendência da água do solo por capilaridade, devido a um lençol freático alto, e de intervenções inadequadas no telhado, originalmente de ardósia, material que foi posteriormente substituído por lascas de madeira ('wood shingles'), sem um dimensionamento adequado de calhas e descidas de água.

Enquanto o estado não dispunha de verba para a sua restauração, o GCI solicitou à administração da ilha o edifício, para servir como objeto de estudo, dentro do projeto 'Hot and Humid' – programa de conservação preventiva do Instituto, iniciado em 1998. O clima interno e externo, ou seja, as condições de temperatura e umidade no interior do edifício e no seu entorno foram monitorados durante três anos.

Vejamos o que foi feito em Hollybourne Cottage e os resultados dessas intervenções. Considerando que o telhado e as fundações são os pontos críticos de um edifício, por apresentarem quase sempre condições climáticas extremas, e para efeito de controle ambiental, o sistema adotado em Hollybourne foi o 'sanduíche', ou seja, correções das variáveis climáticas no porão, frio e úmido, e no sótão, quente e seco, para estabilização dos pavimentos intermediários (onde estão hoje os revestimentos, e futuramente, coleções e visitantes). O edifício foi então dividido em três zonas distintas.

Primeiramente, a temperatura e a umidade do ar, dentro e fora do edifício, foram medidos continuamente, antes e depois das intervenções (**slides 34 a 37**). Em seguida, todas as áreas danificadas da edificação foram mapeadas (**slide 38**). Por último, foram testados três tipos de controle climático, lidando apenas com duas variáveis climáticas – temperatura e umidade relativa, usando-se insufladores e exaustores, para circulação do ar, aquecedores e desumidificadores, para condicionamento do ar, todos controlados por umidostatos, e fazendo pequenas intervenções no edifício, como a vedação ou substituição de folhas de janelas (**slide 39**). O controle é feito da seguinte maneira (**slide 40**).

Para a redução da umidade proveniente do solo, o porão foi primeiramente ventilado e aquecido, através de 3 aquecedores por convecção, reduzindo e estabilizando a UR naquele espaço entre 70 e 75%. Porém, devido aos gastos com energia elétrica, eles foram posteriormente substituídos por desumidificadores e o espaço isolado dos demais **(slides 41 a 43)**.

O sótão passou a ter uma ventilação forçada, para substituição do ar quente interno por ar fresco externo, através da instalação de insufladores e exaustores em pontos estratégicos. Entretanto, observou-se que os ganhos térmicos naquele espaço são causados sobretudo por radiação e, por isso, a ventilação deveria vir acompanhada de uma isolação térmica da cobertura. Observou-se também que, no inverno, o sótão precisaria ser levemente aquecido, para manter a UR baixa e estável **(slides 44 e 45)**.

Os pavimentos intermediários foram dotados de insufladores nos quartos, apenas no terceiro tipo de controle climático testado, sem um resultado positivo significativo. A questão do barulho das máquinas não foi resolvida. Uma análise comparativa ainda precisa ser feita entre a ventilação dirigida, através de dutos, ou a sua livre distribuição no ambiente, através de ventiladores de teto e parede **(slides 46 e 47)**.

Os gráficos a seguir mostram os resultados do monitoramento ambiental – poeira, fungos, temperatura e umidade relativa do ar, antes e depois da instalação do sistema alternativo, e sua eficiência na estabilização de tais parâmetros, sobretudo no porão **(slides 48 a 51)**.

No caso de Hollybourne, engenheiros e arquitetos locais foram contratados para a elaboração dos projetos executivos e instalação dos sistemas concebidos pelo GCI. Os sistemas são desenhados de acordo com a localização e orientação das janelas e ventos predominantes. O conceito é simples, econômico, flexível, e adaptável a vários edifícios e meios ambientes.

Concluo dizendo que os resultados do projeto implantado em Hollybourne Cottage são positivos e provam que sistemas alternativos de controle ambiental são eficazes na redução da umidade excessiva, na interrupção de causas de degradação material, na manutenção de ambientes confortáveis e estáveis, e na conservação de edifícios históricos. Tais princípios de também podem ser aplicados na Casa de Rui Barbosa.

(slide 52) Essa apresentação é fruto da iniciativa da Fundação Casa de Rui Barbosa, com o seu programa 'Memória e Informação', e em particular, de sua colaboração em projetos de pesquisa, através da arquiteta Claudia Carvalho, responsável pelos estudos e ações de conservação preventiva e controle climático na Casa. Ela é também fruto de pesquisas na área de controle ambiental em edifícios históricos, que foram, e ainda vem sendo, patrocinadas pelo Getty Conservation Institute, através da coordenação e consultoria do cientista sênior Shin Maekawa, e pela Fundação Vitae, no que tange à implementação de tais projetos no Brasil.

Franciza Toledo

Referências

- Arquitetura Civil I**, 1975. Textos Escolhidos da Revista do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. São Paulo: FAUUSP e MEC-IPHAN.
- Beato**, Angel A., 1998. *El edificio como envolvente: clima interior y exterior*. Nota Técnica 1.
- Borsoi**, Acácio G., 1980. *Taipa*. Recife: Recife Gráfica Editora.
- Canadian** Conservation Institute. 2002. *The Conservation of Heritage Interiors*. Ottawa: CCI, APT.
- Cooke**, Catherine, 2000. What is the point of saving old buildings? *Environmental Design Issues*, arq. Vol 4, nº 2.
- Henry**, Michael, 2001. *Technical Notes for Buildings Housing Collections*. The Getty Conservation Institute
- Jokilehto**, Jukka. 2002. *A History of Architectural Conservation*. Oxford: Butterworth Heinemann, IIC, ICCROM. 2a ed.
- Mostafavi**, Mohsen and David **Leatherbarrow**, 1997. *On Weathering*. Massachusetts Institute of Technology.
- Oliver**, Paul (editor), 1997. *Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Padfield**, Tim, 2002. *The Window in Context: The Interplay between Building Components*. The National Museum of Denmark.
- Pevsner**, Nikolaus. 1997. *A History of Building Types*. New York: Thames and Hudson. 3a ed.
- Ramalho**, Geiza, Leonardo **Bittencourt**, e Regina **Bittencourt**, 1985. *Ilha de Santa Rita – AL*. Maceió: UFAL Gráfica Universitária e CNPq.