

## **SOLUÇÕES EM VEDAÇÕES VERTICAIS PARA PROJETOS DE REUTILIZAÇÃO DO PATRIMÔNIO EDIFICADO**

**HEIDTMANN JUNIOR, Douglas Emerson Deicke (1) ; LOHMANN, Alberto (2) ;**

- (1) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil- PósARQ/CTC/UFSC - email: [douglasemerson@gmail.com](mailto:douglasemerson@gmail.com)  
(2) (1) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil- PósARQ/CTC/UFSC - email: [arqlohmann@gmail.com](mailto:arqlohmann@gmail.com)

### **RESUMO:**

O projeto de reutilização de edificações, com sua adaptação a novos usos, deve considerar, dentre outros aspectos o atendimento a requisitos e critérios de desempenho térmico com vistas a satisfazer o conforto dos usuários da edificação. Tal desempenho pode ser sistematicamente avaliado através do uso de ferramentas adequadas ao controle de qualidade, tais como as Normas para avaliação do ambiente construído. O desempenho térmico apresenta-se como condicionante às atividades preliminares de projeto, apresentando correlações entre características arquitetônicas da edificação pré-existente e o consumo energético necessário ao novo uso pretendido. O objetivo deste artigo foi investigar e analisar soluções de reparação de danos provocados em fachadas de edificações de interesse histórico e cultural. O Método de pesquisa incluiu: Verificação dos principais agentes ambientais incidentes nas vedações verticais e os danos por eles provocados em edificações de interesse histórico e cultural; Determinação dos requisitos ambientais mínimos exigidos pelas edificações de interesse histórico e cultural, de acordo com o novo uso a que se destinam bem como suas características construtivas originais; Seleção das manifestações patológicas e as respectivas soluções para intervenções; Análise do desempenho térmico das soluções de reparação selecionadas para o estudo através das seguintes Normas Técnicas vigentes: Brasileira 15220. Considerações finais, confrontando os resultados obtidos pela análise com as necessidades exigidas por projetos de reutilização de edificações. A análise do desempenho das soluções para reparação de danos em projetos de reutilização de edificações demonstra que tais soluções são adequadas a um novo conceito de intervenção no patrimônio edificado e representam alternativas viáveis, além de fornecer orientação básica aos profissionais para o desenvolvimento deste tipo específico de projeto. O artigo contribui com a ampliação no repertório de estratégias de projeto do profissional incumbido de recuperar edificações de interesse histórico e cultural.

Palavras-chave: Reutilização de edificações, vedações verticais, desempenho térmico.

### **ABSTRACT**

Retrofit projects of buildings with its adaptation to new uses should consider, among other aspects the attendance to requirements and approaches of thermal performance intending to satisfy the building's users and it comes as one of preliminary activities of project, presenting correlations between architectural characteristics of the original building and the necessary energy consumption to the new intended use. The objective of this article is to investigate and to analyze solutions to repair of damages in facades of historical buildings. The research methods are: verification about the main environmental agents in the facades and the damages made by them; determination of the minimum environmental requirements demanded by historical buildings, in agreement with the new use proposed, selection of the pathological manifestations and the respective solutions for interventions;

analysis of the thermal performance of the repair solutions selected for the study through Brazilian standard 15220. The paper demonstrates which solutions are appropriate to a new intervention concept in the built patrimony supplying basic orientation to the professionals in development of retrofit projects.

Keywords: retrofit project, facades, thermal performance.

## 1 INTRODUÇÃO

*“...renegar o novo por ser novo equivale a sacrificar o passado e negar à contemporaneidade seu próprio direito à história.” Alois Riegl*

O estudo tem como principal objetivo analisar o desempenho de sistemas de vedação vertical de possível emprego, com vistas à recuperação de fachadas de edificações de interesse histórico e cultural, detendo-se a sistemas que representem uma solução inovadora, do ponto de vista da inserção de tecnologias construtivas e/ou de novos materiais em tais edificações. Parte-se do pressuposto de que, muitas vezes, tal prática é tida, principalmente do ponto de vista mais teórico, como prejudicial aos prédios. Este trabalho pretende contribuir para uma ampliação do universo da análise e da reflexão sobre o processo de intervenção em tais edificações, sob a ótica do desempenho alcançado com o emprego de soluções mais contemporâneas, apontando para os aspectos positivos e negativos de tais soluções, avaliando e qualificando processos e estratégias de projeto.

Pode-se dizer que o emprego de sistemas construtivos contemporâneos para a recuperação de vedações verticais de edifícios históricos no Brasil, ainda seja uma prática não muito recorrente entre as obras de intervenção nesse tipo de edificação. Sendo assim, a elaboração do trabalho com enfoque nesse tema justifica-se por quatro motivos principais:

- a) compreender os fatores determinantes que levam ao emprego ou não das soluções analisadas;
- b) avaliar se o emprego de tais sistemas pode ser feito de forma a “respeitar” e a agregar valor ao sistema construtivo original da edificação, sistematizando as vantagens e desvantagens de seu emprego, do ponto de vista de seu desempenho;
- c) o estudo também se justifica, uma vez que a dissertação de mestrado pretendida lança tais questões principais a serem respondidas:

Como abordar a troca de materiais, como justapor ou sobrepor, em projetos de reutilização de edificações de interesse histórico e cultural, novas técnicas construtivas, às ali existentes?

O novo ciclo que pretende se dar à edificação também deve ser marcado pela presença de novos materiais, técnicas construtivas, modificações na estrutura da edificação, etc?

## 2 DESENVOLVIMENTO – A UMIDADE

### 2.1 Breve introdução histórica

Os arquitetos sempre tiveram que combater os problemas associados à umidade em edifícios. Vitruvius (sec. I a.c.) já recomendava a utilização de paredes duplas de modo a minimizar a penetração das chuvas nas mesmas, bem como reboco hidráulico para a redução da ascensão capilar na base dos paramentos. Os arquitetos da renascença compreenderam também o benefício da utilização destas paredes, mas tal como os antigos, mostraram pouco interesse no estudo do problema.

A grande maioria dos edifícios, construídos nos séculos XVII e XVIII não possuem qualquer proteção contra a umidade ascendente do solo, pois pouco foi feito até finais do séc. XIX, com exceção de certos aspectos de drenagem, ou afastamento das águas freáticas dos edifícios.

Grande parte do progresso atingido no séc. XIX deve-se à implementação do sistema de drenagem de águas pluviais na rede pública, nomeadamente em grandes cidades como Nova Iorque, Paris ou Londres.

Outros avanços foram feitos no século XIX. Na América, pedras de origem calcária ou granítica foram largamente utilizadas, especialmente em edifícios públicos, para prevenção da ascensão capilar do solo, bem como barreiras à penetração de água das chuvas.

Os processos para controlar os problemas relativos à umidade evoluíram ao longo do tempo. Alguns construtores impregnavam tijolos e pedras com soluções de gordura animal ou silicatos insolúveis provenientes da cal. Embora grande parte dessas soluções tenha se mostrado ineficazes, no final do século começaram a serem introduzidas “regras de construção” relativas ao tratamento das águas provenientes do solo.

Entre as guerras, foram pela primeira vez executados vários estudos relativos à ascensão capilar e ao aparecimento de eflorescências, formando uma base científica mais consistente.

## 2.2 O fenômeno da condensação

Dentro das causas da umidade nas construções, as patologias mais frequentes são umidade capilar em paredes, umidade por percolação da água, problemas no revestimento pela perda de água dos materiais e a condensação superficial em lajes ou paredes. No presente trabalho será abordada somente a parte de condensação superficial, relativa ao desempenho higrotérmico.

A condensação costuma ser relegada, pois no clima típico brasileiro, este fenômeno não costuma causar grandes prejuízos com o estrago causado aos materiais e instalações existentes. Já na fase projetual, o profissional deve se abster aos risco deste fenômeno quando as condições locais são propícias prevenindo problemas futuros.

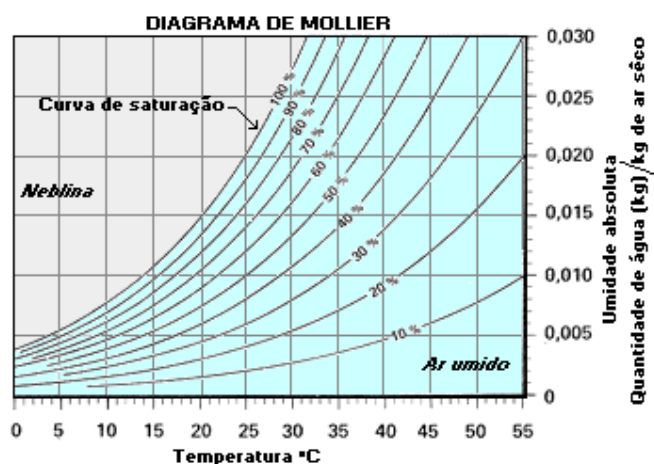


Figura 1- Carta Psicrométrica - temperatura, umidade absoluta e relativa (fonte: MONTEIRO, 2006)

Para a compreensão do fenômeno, apresenta-se o do *diagrama de Mollier* (figura 1) que expressa as curvas da umidade relativa em função da quantidade de água em um ambiente (absoluta) e da temperatura.

Com base nesta carta, tem-se os seguintes conceitos:

a) **Limite de saturação** – no ar existem vários componentes gasosos, sendo o vapor de água ( $H_2O$ ) um deles. No eixo vertical da figura 1 temos os valores de umidade absoluta. Para uma determinada temperatura do ar a umidade absoluta tem um valor limite chamado de "limite de saturação" definido pela curva de saturação (100%).

b) **Umidade relativa:** relação percentual entre a umidade absoluta e a umidade do limite de saturação (curvas da figura 1).

c) **Ponto ou temperatura de orvalho:** é a temperatura em que se dá a condensação. Se abaixarmos progressivamente a temperatura do ar, a massa de vapor de água (umidade absoluta) permanece constante, mas a umidade relativa aumenta até que uma certa quantidade de vapor passe ao estado líquido. Isso acontece quando toca a curva de saturação.

Todos os fenômenos de condensação superficial que provocam umidade sobre lajes, paredes, etc, são ligadas a esta noção de ponto de orvalho. Normalmente, notam-se os traços de condensação principalmente nos seguintes locais: banheiros, cômodos mal ventilados, subsolos e desvãos ou caixões perdidos em estruturas de edificações.

### 2.3 Solução para a reparação de patologias provocadas por umidade

Dentre os fenômenos que mais atingem as edificações históricas, a umidade pode ser considerada um dos mais prejudiciais, causando uma série de patologias danosas tanto à aparência da edificação quanto à sua estrutura física.(figura 1 e 2).



**Figura 2** - Danos causados por umidade em edificações de interesse histórico (fonte: HENRIQUES, 1995)



**Figura 3** - Danos causados por umidade em edificações de interesse histórico (fonte: HENRIQUES, 1995)

A umidade pode ter sua origem no terreno, nas precipitações ou ser originada pela condensação. Existem soluções específicas para cada um dos casos citados, sendo que o presente estudo enfatiza as soluções que proponham a execução de uma nova vedação vertical pelo interior da edificação sobrepondo-se à parede original. Tal escolha deve-se aos seguintes fatores:

- permite a utilização de materiais e técnicas construtivas mais recentes;
- constitui uma solução mais compatível ao conceito de construção seca, o que, à princípio representa uma vantagem conceitual e prática para as obras de reutilização;
- a substituição do uso em edificações históricas implica em adequações as mais diversas, sendo que as de conforto térmico / acústico e de instalações constituem as mais “drásticas” no que tange às intervenções construtivas;
- princípio da reversibilidade agregando valor à reutilização de edificações históricas;

Existem basicamente dois tipos de condensações, definidos em função do local em que ocorram, isto é, na superfície ou no interior das paredes. Do ponto de vista das patologias provocadas por estes fenômenos deve ser considerado ainda um terceiro grupo que inclui os edifícios de elevada inércia térmica.

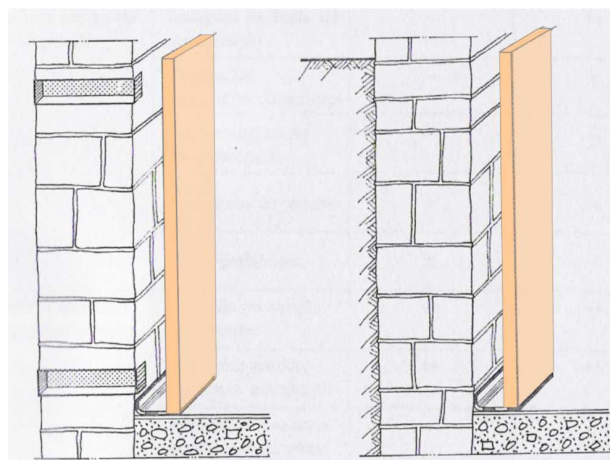
O presente estudo analisará somente as soluções destinadas a evitar a ocorrência de condensações superficiais que, em termos gerais, podem ser feitas de três maneiras, através de:

- a) Maior ventilação nos espaços, que depende do usuário e dos pré-requisitos de cada reforma;
- b) Melhorias no desempenho térmico das paredes, adequando-se aos requisitos de cada região;

A seleção do tipo de solução mais adequado advém do diagnóstico efetuado. No entanto, em muitas circunstâncias, a solução perfeitamente ideal consistirá na implementação conjunta daqueles três tipos de medidas.

Para o presente estudo será analisada apenas a solução através do reforço do isolamento térmico das paredes o qual tem por objetivo principal aumentar a temperatura superficial interior das paredes, fazendo decrescer, dessa forma, o risco de ocorrência de condensações superficiais.

Assim projetou-se uma nova vedação vertical pelo interior da edificação apresentada como solução para patologias por condensação. A solução não se aplica no caso da umidade provocada por precipitação, visto que teria que ser estudada a possível execução de um novo revestimento de elementos descontínuos pela face externa da fachada para que se recuperasse a capacidade de estanqueidade das paredes geralmente ocasionadas por problemas construtivos, por erros de projeto, de execução ou por falta de manutenção adequada, sendo que, a execução de novo revestimento com elementos descontínuos na fachada não é adequada às edificações de interesse histórico e cultural, pois certamente, o seu emprego implica em substancial alteração do aspecto exterior das edificações.



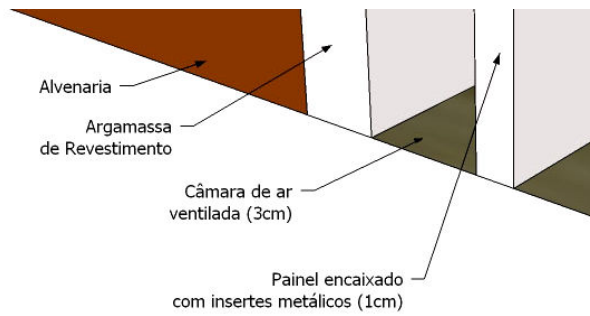
**Figura 4** - Exemplo de solução com contra-fachada (fonte: HENRIQUES, 1995)

As técnicas de execução de uma nova parede pelo lado interior das existentes apresentam alguns inconvenientes, tais como:

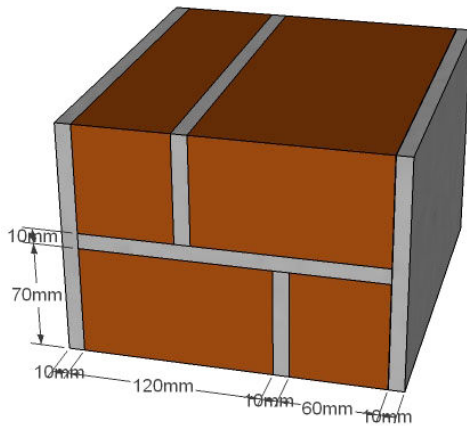
- a redução do espaço útil dos ambientes em função da camada ar ;
- a necessidade de se proceder à recolocação de interruptores, tomadas elétricas, aquecimentos, etc.,
- dificuldade de fechamento no encontro com as aberturas.

Também deve-se levar em conta soluções que permitam a ventilação do espaço de ar, constituindo numa situação ideal, porque asseguram condições de evaporação da água das paredes não muito distintas das que existiam antes do novo elemento ser executado. Os furos de ventilação devem ser praticados a dois níveis da parede existente (fig. 3), um inferior que permita a entrada de ar e outro superior que possibilite o seu escoamento. Refira-se como curiosidade que este tipo de soluções já era preconizado pelo arquiteto romano Vitruvius, no século I a.c.

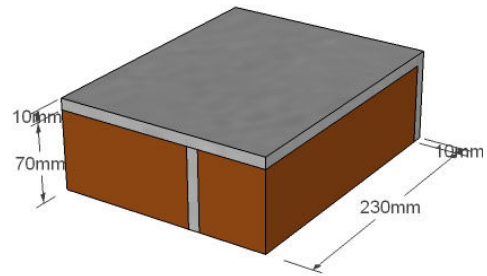
A fim de se efetuar uma breve análise da contribuição da solução apresentada para o desempenho higrotérmico da parede foram feitos alguns cálculos segundo a norma brasileira NBR 15220, seguindo os materiais, camadas e espessuras indicadas nas figuras 4,5 e 6.



**Figura 5 - Componentes do conjunto da parede**



**Figura 6 - Corte da Parede**



**Figura 7 - Elemento Isolado**

Nas Tabelas a seguir os símbolos são R, U, CT,  $\phi$  e FS são resistência térmica, transmitância, capacidade térmica, atraso térmico e fator de calor solar respectivamente. Os outros valores são só necessários para obtenção destes citados.

**Tabela 1 - Parede Original**

Rt =	0,2613	(m <sup>2</sup> .K)/W
RT =	0,4313	(m <sup>2</sup> .K)/W
U =	2,3184	W/(m <sup>2</sup> .K)
CT =	298,0253231	kJ/(m <sup>2</sup> .K)
B0 =	277,8653231	
B1 =	240,2951	
B2 =	-127,2524075	
$\phi$ =	5,5986	horas
FS =	2,7821	%

**Tabela 2 - Com painel (não ventilada)**

Rt =	0,2822	(m <sup>2</sup> .K)/W
RT =	0,6122	(m <sup>2</sup> .K)/W
U =	1,6335	W/(m <sup>2</sup> .K)
CT =	312,3053231	kJ/(m <sup>2</sup> .K)
B0 =	277,8653231	
B1 =	222,5534	
B2 =	-127,2524075	
$\phi$ =	5,8175	horas
FS =	1,9602	%

**Tabela 3 - Com painel (muito ventilada em situação de inverno)**

Rt =	0,0208	(m <sup>2</sup> .K)/W
RT =	0,2808	(m <sup>2</sup> .K)/W
U =	3,5608	W/(m <sup>2</sup> .K)
CT =	14,28	kJ/(m <sup>2</sup> .K)
B0 =	14,28	
B1 =	154,9094	
B2 =	-127,2524075	
$\phi$ =	0,3583	horas
FS =	4,2730	%

Comprova-se através do cálculo, que a contribuição da contra-fachada interna para os valores de transmitância, atraso térmico e fator de calor solar total da parede é significativa. Somente o cálculo para painéis muito ventilados é que ficaria em situações de perda de calor (como no inverno ou de noite). Poderia ser obtido, melhor resultado com a utilização de mantas no interior da câmara de baixa emissividade ou até materiais isolantes.

Segundo Henriques (1995), as soluções de reforço do isolamento térmico das paredes podem ser aplicadas pela face interior ou pela exterior ou ainda na caixa de ar no caso de paredes duplas originais.

Neste processo os materiais de isolamento são aplicados pelo lado interior das paredes, apresentando como principal vantagem o fato de permitir simultaneamente melhorar o isolamento térmico e refazer o interior das paredes afetadas.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto no estudo, a intervenção têm significativa contribuição para a diminuição das patologias nas fachadas, porém deve-se pesar os benefícios trazidos pela intervenção, bem como a utilização do espaço como pré-requisito para reforma.

Quanto a solução, apresentada na figura 04, nota-se uma pequena redução da área útil dos locais, mas isto não seria um inconveniente, pois comumente, em edificações históricas, é inexistente as instalações complementares necessárias para bom funcionamento da edificação, bem como sua adaptação as normas correntes. Assim a câmara de ar é uma solução para a passagens de dutos, adequando a edificação ao seu novo uso, diminuindo as quebras necessárias para o embutir estas instalações.

Também deve-se ater a alguns cuidados, como na realização das ligações entre placas, janelas e portas, pois é onde ocorre a maior possibilidade de fissuras, bem como a dificuldade de execução nas obras de reparação em edificações que estejam em uso, na medida em que estas decorrem pelo lado interior.

Os cálculos baseados na norma de desempenho térmico demonstram valores que podem ser usados como estudos preliminares para reformas de edificações de interesse histórico-cultural.

O estudo das manifestações patológicas das respectivas soluções para intervenções e a análise simplificada de desempenho higrotérmico das mesmas, a que se propôs o presente trabalho, permitiu constatar que:

- a) as soluções são adequadas a um novo conceito de intervenção no patrimônio histórico (reutilização) com poucas desvantagens, já mencionadas, representando boas alternativas;
- b) do ponto de vista do desempenho térmico, mais análises deveriam ser empreendidas, mas a solução para a umidade de condensação é mais viável, pois tem influência direta sobre o fenômeno de origem;
- c) a possibilidade de utilização de outros materiais como chapas constituintes das contra-fachadas pode incrementar seu desempenho e propiciar quadros comparativos entre os resultados alcançados com diferentes combinações de materiais.

### 4 REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220: “Desempenho térmico de edificações – Parte 1 – Definições, símbolos e unidades”**. 2005.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220: “Desempenho térmico de edificações – Parte 2 – Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações”**. 2005.

MONTEIRO, M.Q. **O FENÔMENO DA CONDENSAÇÃO**. Disponível em:  
<<http://www.qmc.com.br/condens.html>> acesso em 02 dezembro de 2006.

HENRIQUES, Fernando M. A. **HUMIDADE EM PAREDES**. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1995.