



ANÁLISE DE SOLUÇÕES PARA REPARAÇÃO DE VEDAÇÕES VERTICAIS EM PROJETOS DE REUTILIZAÇÃO DE EDIFICAÇÕES DE INTERESSE HISTÓRICO E CULTURAL

HEIDTMANN JUNIOR, Douglas Emerson Deicke (1) ; BARTH, Fernando (2) ; LUCINI, Hugo Camilo (3)

- (1) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil- PósARQ/CTC/UFSC - email: douglasemerson@gmail.com
(2) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil- PósARQ/CTC/UFSC – email : ferbarth@arq.ufsc.br
(3) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil- PósARQ/CTC/UFSC – email : hlucini@brturbo.com.br

RESUMO:

Proposta: 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. **Método de pesquisa/Abordagens:** 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 02:135.07-002 (1998) e higró-térmico Espanhola NBE-CT-79. Considerações finais, confrontando os resultados obtidos pela análise com as necessidades exigidas por projetos de reutilização de edificações. **Resultados:** 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. **Contribuições/Originalidade:** 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

Propose: 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. **Methods:** 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 the following effective Technical Norms: Brazilian 02: 135.07-002 (1998) and Spanish NBE-CT-79. **Findings:** 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 sacralizar 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) analisar a troca de materiais, a justaposição ou sobreposição, em projetos de reutilização de edificações de interesse histórico, de novas técnicas construtivas, às preexistentes.

2 DESENVOLVIMENTO – A UMIDADE

2.1 Breve introdução histórica

Os arquitetos sempre tiveram que combater os problemas associados à umidade em edifícios. Vitrúvio (sec. I a.c.) já recomendava a utilização de paredes duplas de modo a minimizar a penetração das chuvas nas mesmas, e 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, 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 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.(Figs. 1 e 2)



Figs. 1 e 2 – Danos causados por umidade ascendente em edificações de interesse histórico.

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 solução não se restringe ao simples ocultamento da patologia, pois possibilita uma diminuição nos danos causados pela mesma à parede. Entretanto, não elimina por completo suas causas, constituindo uma iniciativa de caráter reparador que, preferencialmente deverá ser aplicada em conjunto com outras iniciativas que eliminem as causas dos danos mais graves à estrutura física do edifício. A escolha da solução através de vedação vertical pelo interior da edificação 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;

- possibilidade da preservação de uma construção de interesse histórico atingida por umidade nas paredes externas mas que deve ser ocupada por um novo uso por um tempo determinado.

A execução de uma nova vedação vertical pelo interior da edificação só é apresentada como solução para patologias provocadas por umidade do terreno e de condensação, que serão objeto do estudo. 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.

2.2.1 SOLUÇÕES PARA REPARAÇÃO DE DANOS PROVOCADOS POR UMIDADE DO TERRENO

As intervenções com o objetivo de reparar danos, provocados por umidade no terreno, estão focadas, principalmente na determinação da origem da umidade. A bibliografia sugere um conjunto de procedimentos visando o impedimento do acesso ou ascensão da água nas paredes e também para retirar a água acumulada nas mesmas. Entretanto, a execução de uma nova vedação vertical pelo interior da edificação, objeto do presente estudo, apesar de não ter interferência direta nas patologias nem nas respectivas causas, permite que tais patologias deixem de ser visíveis, impedindo os respectivos efeitos patológicos e permitindo a utilização dos ambientes da edificação. Constitui-se em uma solução destinada exclusivamente a ocultar patologias ao contrário de outras soluções tais como a aplicação de revestimentos de parede especiais (argamassas de reboco aditivadas, materiais sintéticos especiais e pinturas estanques), que não serão aqui estudadas.

A solução aqui apresentada consiste na execução de uma segunda vedação interior, afastada da vedação existente alguns centímetros e sem qualquer contato com ela. Na execução dessa parede são utilizados, em geral, elementos autoportantes de pequena espessura, sendo essencial garantir que não haja ascensão de água do solo através dos seus materiais constituintes. Para tanto é usual proceder-se à aplicação de um material impermeável no piso onde será instalada como, por exemplo, membranas betuminosas, a fim de garantir o isolamento da nova parede. O contraventamento da parede deve ser executado de forma a não permitir a passagem de água da parede afetada para a nova.

O espaço de ar entre as duas paredes pode ser ventilado ou não (fig. 3), em função da eventual viabilidade de ligação ao exterior (situação que em geral não se torna conveniente devido à necessidade de alterações na fachada da edificação e também não é viável em paredes enterradas de porões, etc).

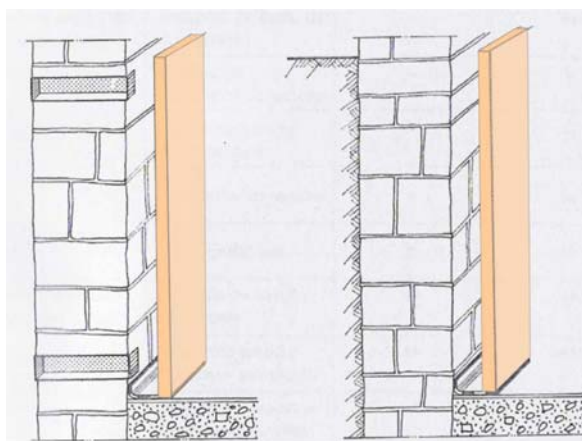


Fig. 3 - Exemplo de solução com contra-fachada

Nas situações em que o espaço de ar não seja ventilado existe o risco de que a altura atingida pela umidade na parede possa aumentar substancialmente, na medida em que se alteram as condições de evaporação de água através da superfície interna.

As soluções que permitam a ventilação do espaço de ar constituem a 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.

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.

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, que seguem:

$$R_{\text{total}} = R_{\text{se}} + (R = e/\lambda) + R_{\text{si}}$$

$$R_{\text{total}} = 0,04 + (R = e/\lambda)_{\text{parede original}} + R_{\text{cam.ar}} + (R = e/\lambda)_{\text{vedação nova}} + 0,13$$

Dados:

Dimensões do tijolo = **0,23 x 0,11 x 0,07m (parede uma vez e meia)**

$$\rho_{\text{cerâmica}} = 1600 \text{ kg/m}^3$$

$$\lambda_{\text{cerâmica}} = 0,90 \text{ W/(m.K)}$$

$$c_{\text{cerâmica}} = 0,92 \text{ kJ/(kg.K)}$$

$$\rho_{\text{argamassa (CAL)}} = \rho_{\text{reboco(CAL)}} = 1200 \text{ kg/m}^3$$

$$\lambda_{\text{argamassa (CAL)}} = \lambda_{\text{reboco (CAL)}} = 0,70 \text{ W/(m.K)}$$

$$\lambda_{\text{gesso acartonado}} = 0,35 \text{ W/(m.K)}$$

Resistência térmica da parede:

Seção A (reboco + argamassa + reboco):

$$A_a = 0,01 \times 0,23 + 0,01 \times 0,08 = 0,0031 \text{ m}^2$$

$$R_a = 0,36 / 0,70 = \mathbf{0,514 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}}$$

Seção B (reboco + tijolo + reboco):

$$A_b = 0,07 \times 0,23 = 0,0161 \text{ m}^2$$

$$R_b = 0,514 + 0,34 / 0,90 + 0,514 = \mathbf{1,406} \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$A_a + A_b = 0,0192 \text{ m}^2$$

$$A_a / R_a = 0,0060$$

$$A_b / R_b = 0,0115$$

$$R_{\text{TOTAL}} = 0,0192 \text{ m}^2 / (0,0060 + 0,0115) = \mathbf{1,097} \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

Resistência térmica total do conjunto:

PAREDE ORIGINAL

$$R_T = R_{si} + R_t + R_{se} = 0,13 + \mathbf{1,097} + 0,04 = \mathbf{1,267} \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

PAREDE ORIGINAL + segunda vedação interior (placa de gesso acartonado)

Para a câmara de ar, $R_{ar} = 0,17 \text{ (m}^2\text{.K)/W}$ (superfície de alta emissividade, espessura da câmara de ar > 5,0 cm, fluxo horizontal).

$$R_{\text{vedação gesso}} = 0,0125 / 0,35 = \mathbf{0,0357} \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

$$R_T = R_{se} + R_{parede} + R_{cam.ar} + R_{vedação gesso} + R_{si}$$

$$= 0,04 + \mathbf{1,097} + 0,17 + \mathbf{0,0357} + 0,13 = \mathbf{1,473} \text{ (m}^2\text{.K)/W}$$

Comprova-se através do cálculo, que a contribuição da contra-fachada interna de gesso acartonado para a resistência térmica total da parede é pouco significativa. Poderia ser obtido, melhor resultado com a utilização de material com maior resistência em substituição ao gesso acartonado.

2.2.2 REPARAÇÃO DE PATOLOGIAS PROVOCADAS POR UMIDADE DE CONDENSAÇÃO

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 inércia térmica muito forte.

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:

- reforço da ventilação dos espaços;
- reforço da temperatura ambiente;
- reforço do isolamento térmico das paredes;

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.

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.

O estudo se detém apenas na solução obtida pela aplicação de reforço térmico pelo interior da vedação da fachada.

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. Os inconvenientes desta solução são, basicamente, os seguintes:

- redução da área habitável dos locais;
- dificuldade de realização das ligações com janelas e portas;
- manutenção de algumas pontes térmicas;
- dificuldade de execução das obras de reparação em edificações que estejam em uso, na medida em que estas decorrem pelo lado interior.

Apresenta-se a seguir a solução com contra-fachada de placas de gesso acartonado e isolante na caixa de ar (fig. 4), para a qual a espessura do isolante térmico deve ser calculada conforme normas específicas. Segundo informações de fabricantes de material isolante, o isolamento térmico teria seu funcionamento maximizado se a contra-fachada fosse executada pelo exterior da edificação, pois dessa maneira a caixa de ar diminuiria a amplitude térmica existente entre as faces externa e interna da camada de material isolante. Na solução aqui apresentada tal fenômeno não ocorre.

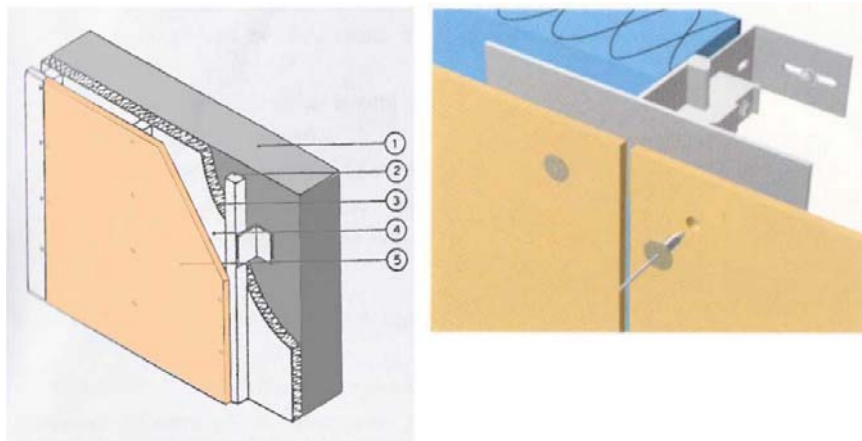


Fig. 4 - Reforço do isolamento térmico das paredes.

Contra-fachada de placas de gesso acartonado com isolante na caixa de ar

A execução de solução deste tipo implica as seguintes operações:

- Colagem de placas de poliestireno expandido (ou outro material isolante) contra o paramento interior da parede.
- Fixação à parede de estrutura, constituída por réguas verticais convenientemente espaçadas entre si (em princípio, afastadas de 0,60 m) e por duas travessas - uma inferior e outra superior para suporte das placas de paramento.
- Fixação à estrutura de placas de gesso acartonado com 12,5 mm de espessura mínima e altura do pé-direito, posicionadas de modo que as respectivas juntas verticais coincidam com as peças daquela estrutura. Entre estas placas e o isolamento pode ser definida uma caixa de ar com 20 mm de espessura.
- Rejuntamento das placas segundo a técnica apropriada a este tipo de material (colagem de bandas cobre-juntas e aplicação subsequente de massa especial de gesso) e, eventualmente, pintura do respectivo paramento interior.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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:

- as duas soluções são adequadas a um novo conceito de intervenção no património histórico (reutilização) e frente às desvantagens mencionadas, ainda representam boas alternativas como reparação mas não de solução definitiva para os danos causados pela umidade;
- do ponto de vista do desempenho higrotérmico, mais análises deveriam ser empreendidas, mas a solução para a umidade de condensação é mais viável, pois tem influência direta sobre o fenómeno de origem;
- a possibilidade de utilização de outros materiais tanto nas chapas constituintes das contra-fachadas quanto nas placas isolantes poderia 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.

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

NAPPI, Sérgio C. B. **UMIDADE EM PAREDES**. In: “Congresso Técnico-Científico de Engenharia Civil”. Anais. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 1995. v.4.

OLIVEIRA, Mário M. **Tecnologia da conservação e da restauração**. Salvador: EDUFBA, 2002.

SOLUÇÕES STYROFOAM. **Isolamento térmico de paredes**. Disponível em: <<http://www.dow.com/styrofoam/europe/index.htm>>. Acesso em: 10 agosto 2005.