



# ANÁLISE CRÍTICA DA EFICÁCIA DAS TÉCNICAS DE TRATAMENTO DA HUMIDADE ASCENSIONAL EM PAREDES DE EDIFÍCIOS

Ana Sofia Guimarães<sup>1</sup>

[anasofia@fe.up.pt](mailto:anasofia@fe.up.pt)

Vasco Peixoto de Freitas<sup>2</sup>

[vpfreita@fe.up.pt](mailto:vpfreita@fe.up.pt)

## ÁREA: (REABILITAÇÃO)

### Resumo

Engenheiros e Arquitetos têm tentado tratar, desde sempre, os problemas associados à humidade nos edifícios. Já no séc. I A.C. Vitruvius recomendava a utilização de paredes duplas, de modo a ocultar eventuais anomalias, bem como a colocação de argamassas hidráulicas, impermeáveis, na base das paredes, visando a redução da ascensão capilar.

Ao longo dos tempos muitas técnicas foram desenvolvidas com o intuito de combater as consequências associadas à humidade ascensional: ocultação das anomalias, barreiras químicas, barreiras físicas, injeção de produtos impermeabilizantes, argamassas de porosidade variável, electro-osmose, entre outras, nem sempre com resultados satisfatórios.

Neste trabalho pretende-se apresentar as técnicas de tratamento da humidade ascensional correntemente utilizadas em paredes de edifícios avaliando as vantagens e inconvenientes das mesmas e descrevendo as suas limitações. Pretende-se ainda apresentar uma técnica desenvolvida no Laboratório de Física das Construções – LFC da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP com mais de 15 anos de investigação neste domínio baseada na ventilação da base das paredes utilizando um sistema higro-regulável. Trabalhos anteriores validaram experimentalmente o princípio de funcionamento dessa técnica, designada por “ventilação da base das paredes – HUMIVENT”, para tratamento da humidade ascensional no património e em edifícios antigos.

Palavras-chave: Humidade ascensional  
Técnicas de tratamento  
Sistema HUMIVENT

---

<sup>1</sup> CONSTRUCT-LFC, Faculty of Engineering (FEUP), University of Porto  
Rua Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, PORTUGAL. Fax: +351 225081440

<sup>2</sup> CONSTRUCT-LFC, Faculty of Engineering (FEUP), University of Porto  
Rua Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, PORTUGAL. Fax: +351 225081440

# ANÁLISE CRÍTICA DA EFICÁCIA DAS TÉCNICAS DE TRATAMENTO DA HUMIDADE ASCENSIONAL EM PAREDES DE EDIFÍCIOS

Ana Sofia Guimarães<sup>3</sup>  
[anasofia@fe.up.pt](mailto:anasofia@fe.up.pt)

Vasco Peixoto de Freitas<sup>4</sup>  
[vpfreita@fe.up.pt](mailto:vpfreita@fe.up.pt)

## ÁREA: (REABILITAÇÃO)

### Resumo

Engenheiros e Arquitetos têm tentado tratar, desde sempre, os problemas associados à humidade nos edifícios. Já no séc. I A.C. Vitruvius recomendava a utilização de paredes duplas, de modo a ocultar eventuais anomalias, bem como a colocação de argamassas hidráulicas, impermeáveis, na base das paredes, visando a redução da ascensão capilar.

Ao longo dos tempos muitas técnicas foram desenvolvidas com o intuito de combater as consequências associadas à humidade ascensional: ocultação das anomalias, barreiras químicas, barreiras físicas, injeção de produtos impermeabilizantes, argamassas de porosidade variável, electro-osmose, entre outras, nem sempre com resultados satisfatórios.

Neste trabalho pretende-se apresentar as técnicas de tratamento da humidade ascensional correntemente utilizadas em paredes de edifícios avaliando as vantagens e inconvenientes das mesmas e descrevendo as suas limitações. Pretende-se ainda apresentar uma técnica desenvolvida no Laboratório de Física das Construções – LFC da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP com mais de 15 anos de investigação neste domínio baseada na ventilação da base das paredes utilizando um sistema higro-regulável. Trabalhos anteriores validaram experimentalmente o princípio de funcionamento dessa técnica, designada por “ventilação da base das paredes – HUMIVENT”, para tratamento da humidade ascensional no património e em edifícios antigos.

Palavras-chave: Humidade ascensional  
Técnicas de tratamento  
Sistema HUMIVENT

---

<sup>3</sup> CONSTRUCT-LFC, Faculty of Engineering (FEUP), University of Porto  
Rua Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, PORTUGAL. Fax: +351 225081440

<sup>4</sup> CONSTRUCT-LFC, Faculty of Engineering (FEUP), University of Porto  
Rua Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, PORTUGAL. Fax: +351 225081440

## Introdução

A humidade ascensional proveniente do terreno, por capilaridade, migra através dos materiais porosos, constituindo uma das principais causas de degradação dos edifícios antigos e do património monumental.

Existem diferentes técnicas de tratamento, tradicionalmente utilizadas para tratar o problema, tais como ocultação das anomalias, barreiras químicas, barreiras físicas, injeção de produtos impermeabilizantes, argamassas de porosidade variável, electro-osmose, entre outras que apresentam limitações, em edifícios de espessas paredes de composição heterogénea, relacionadas com a ineficiência do tratamento ou com os elevados custos associados às intervenções, justificando-se o estudo de novas soluções.

O Laboratório de Física das Construções – LFC da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP tem vários anos de investigação neste domínio. Trabalhos anteriores, [1, 2] validaram experimentalmente o princípio de funcionamento de uma técnica, designada por “ventilação da base das paredes”, para tratamento da humidade ascensional, que consiste em fazer circular ar na base das paredes com uma pressão de vapor controlada por um sistema de ventilação higro-regulável.

Foi monitorizada a eficácia desta técnica em alguns estudos anteriores bem como quantificado e otimizado o desempenho do sistema através do desenvolvimento de um modelo de dimensionamento.

## Técnicas de tratamento da humidade ascensional em paredes de edifícios ao longo dos tempos

Engenheiros e Arquitetos têm tentado tratar, desde sempre, os problemas associados à humidade nos edifícios. Já no séc. I A.C. Vitruvius recomendava a utilização de paredes duplas, de modo a minimizar as manifestações de humidade, bem como a colocação de argamassas hidráulicas, impermeáveis, na base das paredes, para redução da ascensão capilar. Vitruvius deixou como legado a sua obra em 10 volumes, a que deu o nome de “De Architectura”, (aprox. 40 A.C.).

Em Itália, nomeadamente em Veneza, existem desde o século IX registos de muitos edifícios que revelam patologias associadas à ação da capilaridade. Por outro lado, principalmente nos últimos cem anos, as zonas mais baixas da cidade são constantemente ameaçadas por inundações e consequentes manifestações de humidade ascensional. Por isso, ao longo do tempo muitas tentativas foram feitas com o intuito de tratar as consequências associadas à humidade ascensional (através da ocultação das anomalias), ou mesmo impedir a ação da humidade ascensional (principalmente através da colocação de barreiras hídricas (físicas ou químicas) embora com resultados nem sempre satisfatórios em edifícios com espessas paredes de constituição heterogénea [1, 2].

Até aos finais do séc. XIX não se encontram estudos relevantes neste domínio.

Já no séc. XIX, nos Estados Unidos, utilizaram-se em edifícios públicos pedras de origem calcária ou granítica, de baixa porosidade, para prevenção da humidade ascensional, bem como barreiras à penetração de água das chuvas e deve salientar-se a publicação “The Architecture in Country Houses”, publicada por Andrew Downing em 1850. Neste documento, Downing revela plena consciência dos problemas derivados da humidade ascensional, uma vez que refere: “... fundações ... construídas em pedra e argamassa ordinária serão sempre alvo fácil de ascensão capilar ... as argamassas correntes não oferecem qualquer impedimento à ascensão da água proveniente do solo. A solução para este problema é a construção das fundações com argamassas hidráulicas ...”

Downing notou ainda que “... em solos húmidos, a ascensão da água deve ser prevenida, antes de as fundações serem construídas, através de uma fiada de pedra, ou tijolo argamassado, precedida de uma camada de argamassa de cal hidráulica no topo da fundação”. O detalhe recomendado é o antecedente a um dos processos tradicionalmente utilizados para tratar a humidade ascensional: Corte hídrico através de barreiras estanques.

Ainda no séc. XIX Koch idealizou o método conhecido por redução da secção absorvente, onde substituiu uma zona da alvenaria por ar, reduzindo a absorção de água e aumentando a evaporação de humidade existente.

No início do século XX, a indústria da construção desenvolveu algumas soluções, como os tubos de Knapen (1911) inseridos horizontalmente na base da parede, com o objetivo de aumentar a evaporação através da introdução de ar seco proveniente do exterior. Ao mesmo tempo, vários produtos e aditivos para alvenarias foram patenteados.

Entre as duas grandes guerras, foram pela primeira vez realizados vários estudos relativos à ascensão capilar e ao aparecimento de eflorescências, formando uma base científica para a compreensão destes fenómenos. Com o final da 2ª Guerra Mundial deu-se o início da era dos materiais sintéticos na indústria da construção, onde se começaram a experimentar novos produtos de impermeabilização de paredes.

Os processos electro-osmóticos foram outra contribuição europeia para o problema. Estes sistemas estabelecem um campo elétrico inverso ao potencial capilar. Tanto o sistema “ativo” (que estabelece uma corrente direta), como o sistema “passivo” (que utiliza o potencial elétrico natural gerado pela parede húmida e o terreno), constituíram soluções implementadas em vários edifícios [3, 4].

Na década de 60 do séc. XX, em Inglaterra e na Alemanha, misturas de silicone e silicone/látex foram injetadas em paredes, como barreiras químicas contra a capilaridade.

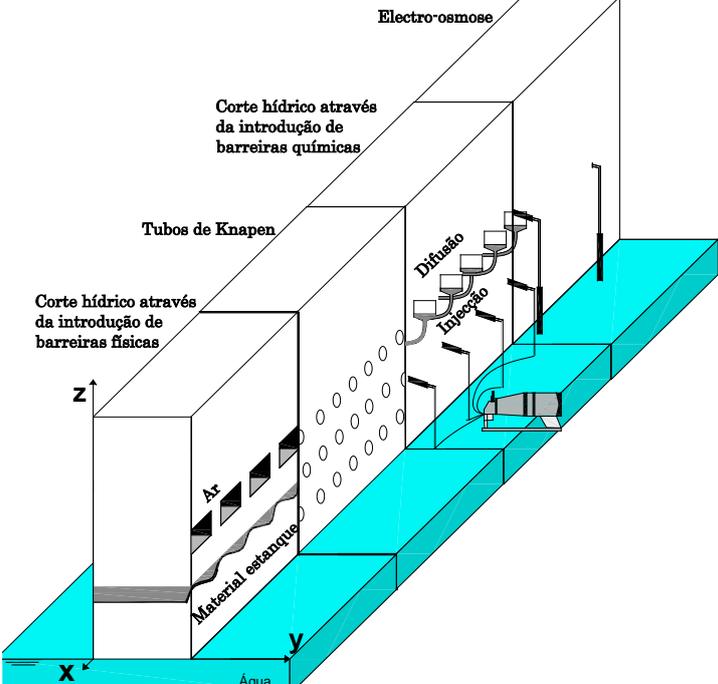
Materiais como o chumbo e o betume, e placas de amianto, foram também largamente utilizados com a mesma função, embora o chumbo e o betume já tivessem sido utilizados no séc. XIX como revestimento impermeabilizante de paredes de alvenaria.

Na Tabela 1 sintetiza-se cronologicamente a informação apresentada, evidenciando-se as técnicas de tratamento da humidade ascensional em paredes de edifícios que nos dias de hoje ainda são vulgarmente utilizadas.

Tabela 1: Tratamento da humidade ascensional ao longo dos tempos – resumo cronológico.

	Técnica	Materiais	Local
Até ao Século XIX			
	Materiais impermeáveis Ocultação das anomalias	Argamassas hidráulicas impermeáveis	Europa
Século XIX			
Década de 60	Utilização de pedras pouco porosas	Calcária ou granítica	Estados Unidos e Europa
	Corte hídrico: barreiras físicas	Argamassa de cal hidráulica	
	Redução da secção absorvente		
Século XX			
Início do Século	Tubos de Knapen		Europa

	Introdução de produtos e aditivos para alvenarias	Novos produtos patenteados	Estados Unidos
Década de 40	1 <sup>os</sup> estudos científicos relativos à ascensão capilar e ao aparecimento de eflorescências		Estados Unidos e Europa
	Processos electro-osmóticos		Europa
Década de 60	Corte hídrico: barreiras químicas	Silicone e silicone/látex	Europa
	Introdução de produtos químicos e argila adjacente às fundações	Produtos químicos e argila	Estados Unidos

## Limitações das técnicas de tratamento correntemente utilizadas

As técnicas de tratamento correntemente utilizadas são [5]: a execução de um corte hídrico através da introdução de barreiras físicas (materiais estanques) ou de barreiras químicas (difusão ou injeção); a redução da secção absorvente; a electro-osmose (passiva, semi-passiva, activa e forese); a introdução de tubos de arejamento ou de Knapen e a ocultação das anomalias.

- Execução de corte hídrico: Esta solução é utilizada quando se está em presença de água cuja fonte de alimentação é o nível freático. Pretende-se estabelecer uma barreira contínua na base das paredes que impeça a ascensão capilar da água através da introdução de barreiras químicas ou físicas.

a) Barreiras físicas: Esta tecnologia pressupõe a substituição de parte do material poroso da alvenaria por um material não capilar através da colocação de membranas betuminosas, chapas metálicas ou argamassas com polímeros em toda a espessura da parede. Este método, embora eficaz quando corretamente executado, é oneroso e de realização difícil e morosa num processo de correção. O método designado de Schöner Turn consiste na introdução de chapas onduladas de aço inoxidável em paredes com a ajuda de martelos pneumáticos que implicam vibrações na estrutura. Por outro lado, a aplicação desta tecnologia é possível em alvenarias executadas com elementos regulares, com juntas contínuas e bem definidas, não sendo adequado para muitas construções. O método de Massari consiste na execução de carotagens sucessivas onde se efetua uma primeira série de furos circulares tangentes uns aos outros, seguindo-se uma segunda série de furos com



centros nos pontos de tangência dos anteriores. Após a limpeza do espaço procede-se ao seu enchimento com argamassa de ligantes sintéticos que após endurecida permite o avanço para o troço seguinte.

As técnicas descritas não são facilmente aplicáveis ao património monumental quer por razões estruturais quer por razões patrimoniais, quer ainda devido aos elevados custos associados.

b) Barreiras químicas: A execução de barreiras químicas é conseguida à custa da introdução de produtos que criam uma barreira estanque que impede a progressão da água. Estas barreiras devem localizar-se próximas do nível do terreno. Executam-se furos que deverão ter um afastamento de 10cm a 20cm, e uma profundidade total de 2/3 da espessura da parede. Se a parede for muito espessa e houver acesso a ambas as faces devem realizar-se dois furos, um em cada face, desencontrados, cada um deles com a profundidade de 1/3 da espessura da parede. Após a execução dos furos procede-se à introdução dos produtos de tratamento por difusão ou injeção. No processo de difusão os furos poderão ser horizontais mas preferencialmente inclinados, no sentido da base da parede, onde são introduzidos tubos associados a garrafas contendo o produto. No processo de injeção: o produto é introduzido na parede com a ajuda de um equipamento de pressão. A injeção tem a vantagem de facilitar a expulsão da água contida nos poros e a penetração do produto. A eficácia do produto depende de uma boa penetração e da continuidade da barreira. Embora seja uma técnica de correção interessante, poderá ser pouco eficaz em paredes de grande espessura e de grande heterogeneidade dos materiais que a constituem.

c) Redução da secção absorvente: Esta técnica consiste em reduzir a secção absorvente substituindo parte do material por um espaço de ar. A água absorvida poderá assim evaporar-se mais facilmente através das aberturas criadas, para além de reduzir a quantidade de água absorvida. Utiliza o ar como princípio de tratamento. Embora seja uma ideia interessante é uma técnica pouco usada, por razões arquitetónicas e estruturais e por ser de difícil aplicação em edifícios com paredes muito espessas. Curiosamente, a sua aplicação mais conhecida corresponde a uma Igreja (edifício patrimonial) em Roma.

- Sistemas electro-osmóticos: Os sistemas electro-osmóticos criam um potencial elétrico contrário ao potencial capilar. Utilizam-se técnicas ativas, semi-passivas e passivas, qualquer uma delas com eficácia reduzida e por isso pouco interessantes para o património monumental.

- Drenos atmosféricos / tubos de arejamento: O método de Knapen consiste na introdução de tubos que facilitam o processo de ventilação/secagem e diminuem o potencial capilar. Por ser muito económico, este sistema foi muito utilizado mas com pouco sucesso. Além da reduzida eficácia, razões estéticas impedem a sua aplicação no tratamento de edifícios patrimoniais.

- Oculação das anomalias: Não se trata de eliminar a causa do problema, mas de ocultar as manifestações através da colocação de uma nova parede no interior, separada por um espaço de ar ou através do revestimento com materiais de porosidade e porometria controladas. A nova parede deve estar afastada de 5cm a 10cm da parede original, sem qualquer ponto de contacto. A sua base deve ser impermeabilizada com argamassas com polímeros ou produtos betuminosos, e o espaço de ar deve ser preferencialmente ventilado para o exterior. No património monumental não é normalmente possível a oculação das paredes originais. Os inconvenientes desta técnica, além da redução de área, são a alteração do aspeto e a necessidade de compatibilização com o contorno. Poderá ocultar-se as manifestações resultantes da humidade ascensional com um revestimento em argamassa com porosidades cada vez menores, permitindo que a cristalização de sais ocorra nas

camadas internas, protegendo a parede da degradação provocada pelos sais e evitando a sua visualização à superfície.

## Ventilação da base das paredes

Com o objetivo de facilitar a secagem das paredes, reduzindo a ascensão capilar, pode recorrer-se a uma técnica que se baseia na ventilação da base das paredes [2, 6, 7].

Esta técnica deve ser utilizada quando a cota inferior do sistema for superior ao nível freático. Pode conceber-se um sistema de ventilação constituído por canais ventilados naturalmente ou associados a um dispositivo de ventilação mecânico higro-regulável que faz operar o sistema de acordo com critérios de dimensionamento pré-impostos (Figura 1).

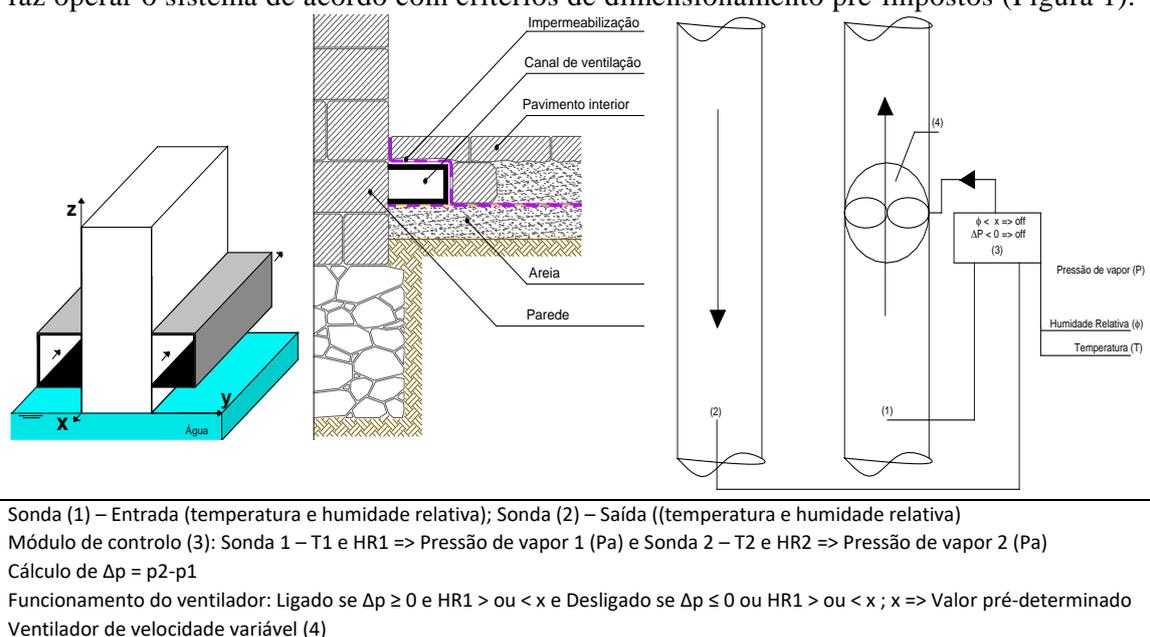


Figura 1: Tratamento da humidade ascensional – ventilação da base das paredes.

É uma técnica que se tem revelado eficaz em edifícios antigos e em edifícios do património monumental. Trabalhos anteriores efetuaram a validação, caracterização experimental e dimensionamento do sistema [1, 2, 5, 6, 7].

No Laboratório de Física das Construções – LFC da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP, foram elaborados trabalhos que muito contribuíram para o desenvolvimento desta técnica. Há mais de 15 anos que, neste laboratório, se estudava o fenómeno da humidade ascensional em paredes de edifícios

A ideia original consistiu em ventilar a base das paredes recorrendo à ventilação natural mas rapidamente se passou a desenvolver um processo de ventilação mecânico higro-regulável. Foram desenvolvidos estudos laboratoriais e de simulação numérica com o intuito de validar a referida tecnologia e otimizar a geometria do canal de ventilação.

Em 2002 deu-se início a uma campanha de monitorização numa Igreja, onde se implementou um sistema higro-regulável. Seguidamente foram implementados diversos sistemas noutros edifícios do País. Os sistemas de ventilação higro-reguláveis são mais eficazes no transporte de vapor de água e conseqüentemente reduzem o nível atingido pela frente húmida. Por outro lado evitam a ocorrência de condensações no interior do canal, o que é uma situação indesejável.

A partir de 2008 desenvolve-se uma metodologia e dimensionamento do sistema cujos parâmetros de entrada são a diferença de pressão de vapor entre a saída e a entrada do sistema e a humidade relativa do ar na entrada. A metodologia permite calcular a velocidade do ar à entrada do canal, a altura/dimensão do canal e o seu desenvolvimento.

Foi efetuada uma pesquisa com o objetivo de avaliar a originalidade do sistema proposto, analisando soluções que apresentassem o mesmo princípio de funcionamento. Trata-se de uma tecnologia inovadora que originou uma Patente Portuguesa, da Universidade do Porto – UPIN, intitulado “Sistema Hígro-Regulável de Ventilação da Base das Paredes para Tratamento da Humidade Ascensional – HUMIVENT”, tendo sido requerida uma extensão Internacional [8, 9, 10]

## Conclusões

Neste artigo foi possível concluir que [9, 10]:

- As técnicas de tratamento utilizadas, tais como a execução de um corte hídrico, a redução da secção absorvente, a introdução de tubos de arejamento, a electro-osmose e a ocultação das anomalias nem sempre são satisfatórias no tratamento da humidade ascensional em edifícios com elevada espessura das paredes e heterogeneidade dos materiais, tais como os edifícios patrimoniais e os edifícios antigos;
- O sistema de ventilação da base das paredes reduz o nível atingido pela frente húmida;
- Um sistema de ventilação da base das paredes revela-se uma técnica interessante para o tratamento da humidade ascensional em paredes de edifícios patrimoniais ou antigos;
- Um sistema de ventilação mecânico hígro-regulável permite minimizar a possibilidade de ocorrência de condensações e controlar a possibilidade de ocorrência de cristalizações e/ou dissoluções de sais, no interior do sistema de ventilação.

## Agradecimentos

Este trabalho foi financiado por: Projeto POCI-01-0145-FEDER-007457 - CONSTRUCT - Instituto de I&D em Estruturas e Construções - financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do COMPETE2020 – Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI) e por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

## Bibliografia

- (1) TORRES, M. I. M. – Humidade Ascensional em Paredes de Construções Históricas, Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra – FCTUC, 2004.
- (2) GUIMARÃES, A. S. – Caracterização Experimental do Funcionamento de Sistemas de Ventilação da Base das Paredes para Tratamento da Humidade Ascensional, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP, 2008.
- (3) HENRIQUES, F. M. A. – Acção da Humidade em Paredes – Formas de Manifestação, Critérios de Quantificação e Análise de Soluções de Reparação, Tese de Doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa – UTL, 1993.
- (4) CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION – CSTC – Les procédés de traitement des maçonneries contre l’humidité ascensionnelle, Note d’information technique 162, Bruxelles, 32 pgs., 1985.
- (5) FREITAS, V. P. de, TORRES, M.I.M., GUIMARÃES, A. S. – Humidade Ascensional, FEUP edições; ISBN. 978-972-752-101-2; 1.ª edição, FEUP, Porto, 106 pgs., 2008.
- (6) GUIMARÃES, A. S., DELGADO, J. M. P. Q., FREITAS, V. P. de – Mathematical analysis of the evaporative process of a new technological treatment of rising damp in historic buildings, Building and Environment, Volume 45, Number 11, Novembro 2010, pp. 2414-2420, 2010.
- (7) GUIMARÃES, A. S., DELGADO, J. M. P. Q., FREITAS, V. P. de – Treatment of Rising Damp in Historic Buildings, Heat and Mass Transfer in Porous Media, Chap. 1, edited by DELGADO J. M. P. Q., Book Series: Advanced Structured Materials, Vol. 13, Springer-Verlag, ISBN: 978-3-642-21965-8, 2011.



- (8) FREITAS, V. P. de, TORRES, M. I. M., GUIMARÃES, A. S. – Sistema higró-regulável de ventilação da base das paredes para tratamento da humidade ascensional, Pedido de Patente: WO/2010/093272.  
<http://www.sumobrain.com/patents/wipo/Hygro-adjustable-wall-base-ventilation/WO2010093272.html> (18/12/2010).
- (9) GUIMARÃES, A. S. – dimensionamento de sistemas de ventilação da base das paredes para tratamento da humidade ascensional, Tese de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP, 2011.
- (10) FREITAS, V. P. de, BARBOSA, M.F.C., GUIMARÃES, A. S., DELGADO, J. M. P. Q. – Treatment of Rising Damp in Historic Buildings Using a Wall Base Hygro-Regulated Ventilation System – Case Study, Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Whole Buildings XIII International Conference, December, 4-8, USA, 2016.