INFLUÊNCIA DO SISTEMA CONSTRUTIVO NO TEOR DE UMIDADE DE PAINÉIS DE ALVENARIA

B. LACERDA LAURENTINO DOS SANTOS
Estudante
UFU – Universidade Federal de Uberlândia
MG; Brasil
bryanlacerda@outlook.com

M. C. SALOMÃO
Professora
UFU – Universidade Federal de Uberlândia
MG; Brasil
maria.salomao@ufu.br

L. GIAMARUSTI DOS SANTOS
Estudante
UFU – Universidade Federal de Uberlândia
MG; Brasil
leticiagiamarusti@gmail.com

RESUMO

A alvenaria em blocos cerâmicos é um dos principais sistemas de vedação vertical utilizados no Brasil. Ela abrange uma grande área construída das edificações e é essencial na resistência à infiltração de água (líquida e vapor) e na eficiência termoacústica dos ambientes. O seu desempenho depende diretamente das características do revestimento utilizado e da sua relação com agentes externos. A presença de umidade, por exemplo, é uma grave fonte de degradação desse sistema e pode causar manifestações patológicas como manchas, eflorescência e fissuras. O objetivo deste trabalho é justamente estudar o transporte de água no sistema de vedação e quantificar o teor de umidade presente em painéis de alvenaria após seis anos de exposição. Mais especificadamente, a ascensão de água será associada às seguintes variações no processo construtivo: o tipo de impermeabilização das vigas baldrames e a posição das mesmas em relação ao contrapiso. As medições do teor de umidade foram realizadas em protótipos existentes na Universidade Federal de Uberlândia desde 2011, ensaiados preliminarmente no mesmo ano, através da constante dielétrica do material. No primeiro momento de medição foi observado a ação da capilaridade e a influência da posição da viga baldrame e da presença de impermeabilizante. Foi possível verificar também que a impermeabilização do tipo flexível se mostrou mais eficiente, neste estudo, do que a do tipo rígido na mitigação do transporte de água através do sistema. Os dados obtidos foram avaliados por meio de análise estatística na tentativa de isolar a influência de cada variável estudada.
Palavras-chave: Umidade ascensional. Processo construtivo. Impermeabilização.

ABSTRACT

Brick masonry is one of the most common kind of walls used in Brazil. It covers a large built area of the buildings and it is essential in resistance to water and gas infiltration and in the thermoacoustic efficiency of the environments. Its performance depends directly on the characteristics of the finishing used and its relationship with external agents. The presence of moisture, for example, is a serious source of degradation of this system and can cause pathological manifestations like stains, efflorescence and fissures. The objective of this paper is precisely to study the water transportation through the walls, quantifying the moisture content present in masonry panels after six years of exposure. More specifically, the amount of rising damp will be associated to the following variations in the construction process: the type of waterproofing of the foundation beams and the position of the subfloor in relation to them. Moisture content measurements will be performed on prototypes at the Federal University of Uberlandia, existing since 2011 and preliminarily tested in the same year, through the dielectric constant of the material. The first measurements performed demonstrated the capillary action as well as the influence of both the subfloor position and the presence of waterproofing. It was also possible to verify that the flexible waterproofing type was more efficient in this study than the rigid type in the water transport mitigation through the system. The final data obtained will be evaluated through statistical analysis to isolate the influence of each variable studied.
Keywords: Rising damp. Constructive methods. Waterproofing.

1. INTRODUÇÃO

Um edifício constitui-se do conjunto de seus componentes e sistemas, entre eles, sua estrutura, vedações internas e externas, cobertura e sistema hidrossanitário. As propriedades e o funcionamento adequado de cada um desses influenciam o desempenho final do edifício como um todo. A vedação vertical externa, sistema que, normalmente, abrange grande área construída, é responsável por auxiliar na manutenção do conforto térmico, isolamento acústico e proteção contra a ação dos ventos, passagem de água das chuvas e vapor de água. No Brasil, dentre as opções disponíveis, a alvenaria de blocos cerâmicos é um método de vedação vertical amplamente utilizado, devido ao fácil processo de fabricação e baixo custo dos seus blocos (PEREIRA, 2005).

O revestimento, como parte integrante do sistema de vedação, desempenha importantes funções dentro deste. A argamassa para revestimento é um acabamento comum e tem sido utilizada por séculos em paredes de vedação internas e externas. Sendo responsável por regularizar a superfícies das paredes e proporcionar uma base adequada para recebimento de outras finalizações, como pintura ou cerâmica. Esse elemento também é essencial na resistência à infiltração de água e gases, além de melhorar as propriedades termoacústicas dos ambientes (MEHTA; SCARBOROUGH; ARMPRIEST, 2012).

A ABNT NBR 15575:2013 estabelece requisitos e critérios mínimos de desempenho para edificações habitacionais como um todo, assim como para cada um de seus sistemas em específico. Dividida em seis partes, com uma delas dedicada às vedações verticais externas e internas, essa norma se diferencia das demais por ser direcionada ao desempenho esperado das habitações em respeito aos seus usuários e não apenas para a execução da construção. Ela estabelece parâmetros claros de durabilidade e vida útil, assim como as responsabilidades e deveres do construtor e do usuário.

Segundo essa norma, vida útil de projeto (VUP), definida como no mínimo 40 anos para vedações verticais externas, é conceituada como:

> O período estimado de tempo em que um sistema é projetado para atender aos requisitos de desempenho estabelecido na Norma, desde que cumprido o programa de manutenção previsto no manual de operação, uso e manutenção. É a vida útil requerida para o edifício ou para seus sistemas, preestabelecida na etapa de projeto.

Dessa forma, a durabilidade é uma propriedade fundamental dos constituintes do sistema de vedação externa e está diretamente relacionada ao desempenho deste perante a sua exposição aos agentes externos durante sua vida útil. A presença de umidade é uma grave fonte de degradação desse sistema e, devido a isso, é um campo de estudo cuja exploração é de grande importância para desenvolvimento da área de construção civil (BOMBERG; TRECHSEL, 2009).

O surgimento de umidade em edificações tem diferentes origens que, de acordo com Perez (1986), são:

- Umidade proveniente da obra;
- Umidade originada pela infiltração da água da chuva;
- Umidade oriunda da condensação do vapor de água nas superfícies ou interior dos elementos de construção;
- Umidade que surge por meio de vazamentos nos sistemas hidráulicos da edificação;
- Umidade de ascensão originada do teor de água do solo, o caso analisado neste trabalho.

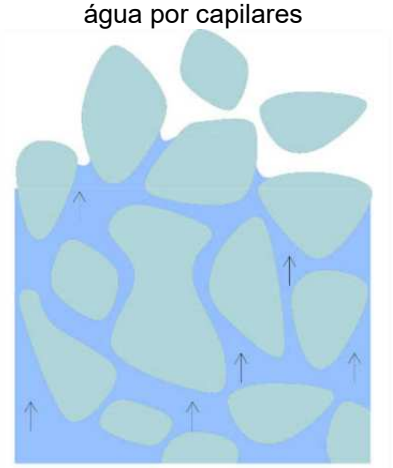
A umidade ascensional consiste na absorção da água presente no solo, através das fundações e pavimentos, a qual migra para as paredes (MASON, 1974). Este fenômeno ocorre devido à ação da capilaridade, que é responsável pela ascensão de líquidos através de tubos cilíndricos com raios extremamente pequenos. Isto é resultante da interação da tensão superficial do líquido com a força de adesão deste com o sólido que compõe o tubo. A altura que um líquido é capaz de atingir por meio da força de capilaridade é inversamente proporcional ao raio dos tubos. Além disso, para que o movimento ocorra contra o sentido da aceleração da gravidade, as forças de coesão do líquido devem ser menores do que a sua força de adesão com o meio sólido (ATKINS; PAULA, 2010).

Os materiais tipicamente utilizados para a vedação vertical na construção civil brasileira são hidrófilos, que, de acordo com Bauer (1987), são materiais com forte força de adesão com a água e, por isso, têm sua superfície facilmente molhada. Além disso, esses materiais são extremamente porosos, com uma rede interna de vazios que funcionam como capilares e proporcionam a ascensão da água. O bloco cerâmico é fabricado a partir da moldagem da argila saturada e posterior queima em fornos de alta temperatura, o que causa a evaporação da água, seguida da formação de uma série de poros. A argamassa utilizada no revestimento da vedação também é bastante porosa, devido ao seu processo de aplicação, em que nem toda água da mistura reage com a parcela cimentícia e evapora durante a cura deste material, o que resulta em poros entrelaçados na sua estrutura (RIRSCH; ZHANG, 2010).

Fatores que influenciam o avanço da umidade por capilaridade são a ocorrência e a intensidade das precipitações, porque essas alteram a quantidade de água presente no solo, possibilitando um aumento na ascensão de água na estação chuvosa e uma diminuição durante a estação seca. A sazonalidade também influencia a taxa de evaporação da água presente nas paredes, de forma a aumentá-la em períodos mais quentes e secos e diminuí-a em condições contrárias (MASON, 1974).

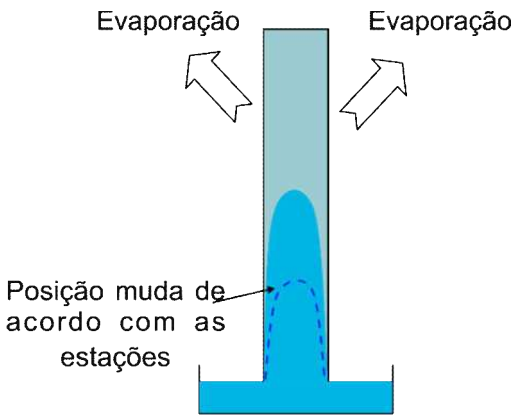
A taxa de evaporação da água está intimamente relacionada ao avanço da umidade, uma vez que os materiais utilizados para vedação, como argamassa e blocos cerâmicos, são permeáveis e permitem a evaporação da água após sua elevação por efeito da capilaridade. Dessa forma, quanto maior a taxa de evaporação da água presente nas paredes, menor será a altura atingida pela umidade ascensional (MASON, 1974). Essa taxa é influenciada pela umidade relativa do ar, que depende diretamente da pressão de vapor e da temperatura do ambiente, assim como pela permeabilidade do material, que é a propriedade da argamassa que permite percolação de água no estado líquido e no estado de vapor.

Figura 1 – Ilustração simples do fluxo de água por capilares



Fonte: Rirsch e Zhang, 2010.

Figura 2 – Diagrama esquemático de uma parede de alvenaria



Fonte: Rirsch e Zhang, 2010.

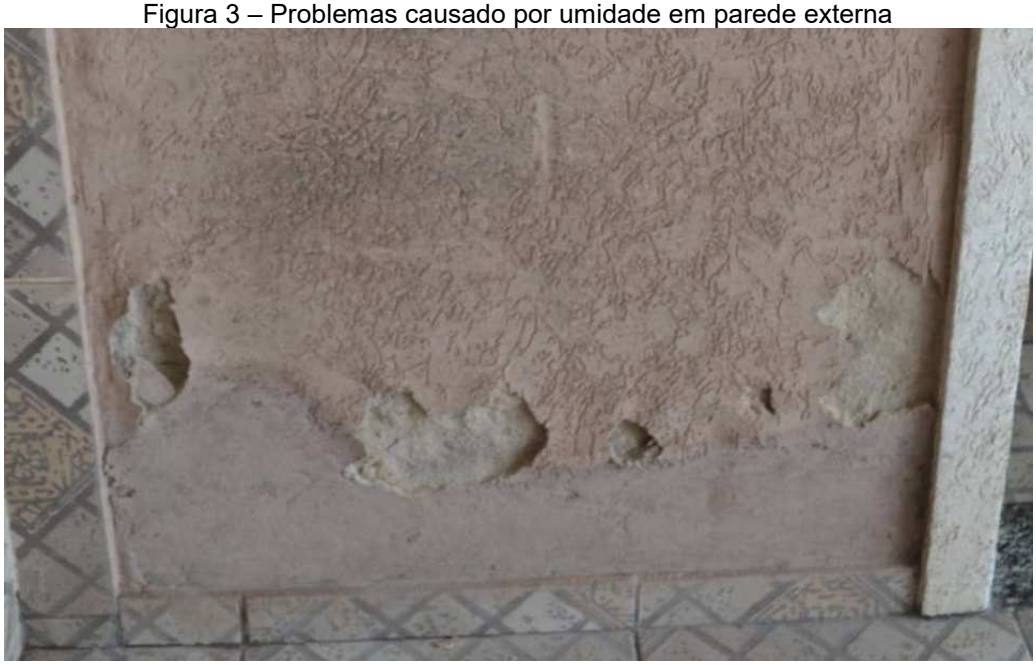
O transporte de água através da parede leva consigo sais, provenientes do solo ou diluídos ao passar pela argamassa. A evaporação do líquido pode causar o acúmulo de sais na superfície da parede, que conforme a intensidade pode resultar em eflorescências. Ademais, esse acúmulo também acarreta no entupimento dos poros superficiais da argamassa, algo que diminui a área de evaporação e auxilia no aumento da coluna de água por capilaridade. Outras patologias causadas pela presença de umidade em paredes são manchas características desse problema, mofo, fissuras e deterioração do acabamento e desagregação do revestimento (OLIVEIRA, 2014).

Além das características dos materiais, outro fator que pode influenciar para a gravidade das consequências causadas pela umidade ascendente é a escolha de um método construtivo que procure evitar ou abrandar sua ocorrência. Uma prática para este fim é o uso de impermeabilizantes, que consistem basicamente em uma barreira que mitiga o transporte de umidade. Esse tipo de material é citado na ABNT NBR 9575:2010 e classificado como rígido e flexível, porém a norma não se refere à obrigatoriedade de sua utilização nem sobre a padronização de técnicas e materiais apropriados para cada situação.

Geralmente, impermeabilizantes são utilizados na viga baldrame, uma fundação direta rasa de amplo uso em residências brasileiras, devido às baixas solicitações causadas por cargas leves, como paredes (OLIVEIRA, 2014). Ela intermedia o contato das paredes com o solo e quando impermeabilizada corretamente tem a capacidade de evitar a ascensão de água por capilaridade. No entanto, nem sempre a impermeabilização nesse contato é realizada ou aplicada de forma satisfatória.

Um estudo de caso realizado em uma residência em Brasília-DF por Oliveira (2014) mostra um exemplo em que falhas de projeto e execução possibilitaram o surgimento de patologias relacionadas à umidade ascendente desde o seu primeiro ano de uso. Nesse caso, a presença de impermeabilização não estava prevista no projeto e apesar de ter sido executada, se mostrou ineficiente e com falhas de aplicação.

Figura 3 – Problemas causado por umidade em parede externa



Fonte: Oliveira, 2014.

O tratamento desse tipo de patologia é um processo que demanda altos custos quando realizado após a edificação já estar sendo habitada, além de requerer tempo e gerar incomodo aos usuários, por provavelmente acarretar na remoção de revestimentos, paredes e pisos. Hoffman (2015) analisou uma solução menos agressiva, a aplicação de injeções de produtos impermeabilizantes, como cimentos poliméricos, na base de paredes. Contudo, além de não ser um método considerado econômico, este também não apresentou a eficácia desejada e apenas retardou o aparecimento dos problemas.

Nazario e Zancan (2011) realizaram um levantamento das patologias construtivas manifestadas em sete postos de saúde do município de Criciúma-SC e constataram que a umidade ascendente era a causa mais incidente de problemas. Patologias causadas por umidade ascendente são falhas recorrentes em edificações de pequeno e médio porte, que poderiam ser evitadas ainda na fase de projeto.

Salomão (2012) realizou um estudo da umidade ascendente em painéis de alvenaria de blocos cerâmicos revestidos por argamassa recém construídos. Foram utilizados dispersores de água com o objetivo manter a umidade do solo constante durante o período de ensaio. A partir desse estudo foi observado a ação da capilaridade e a influência da posição do contrapiso e da presença de impermeabilizante, porém não foi possível quantificá-la devido ao curto prazo de execução do projeto.

A realização de medições do teor de umidade e análise nesses mesmos protótipos após seis anos de sua construção e em condições reais de exposição à variação climática, pode apontar evidências mais claras da influência dos métodos construtivos adotados nos valores registrados. O objetivo deste trabalho é, portanto, quantificar a influência dos métodos utilizados e identificar a ação dos dois tipos de impermeabilizantes (flexível e rígido) na mitigação do transporte de água através do sistema.

2. METODOLOGIA

2.1 Construção dos protótipos

Os protótipos de estudo foram construídos no campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, em 2011. Estes consistem na associação de duas paredes de alvenaria, revestidas com argamassa cimentícia, separadas horizontalmente por contrapiso de concreto e cobertos com telhas de fibrocimento, simulando assim as faces interna e externa de uma alvenaria de vedação. Cada parede possui 1 m de altura e 3 m de comprimento.

Figura 4 – Protótipo de alvenaria utilizado neste estudo



As paredes são apoiadas sobre vigas baldrame feitas em concreto armado com seção transversal 10 cm x 20 cm e 3 m de comprimento, com traço em massa seca 1:2,1:3,3:0,6 e consumo de cimento igual a 350 kg/m³. O concreto empregado no contrapiso foi dosado com o consumo de cimento mínimo de 250 kg/m³. Os blocos cerâmicos utilizados para a vedação possuem 9 cm x 19 cm x 24 cm. O revestimento das paredes, feito sobre base chapiscada com traço 1:3 em volume de cimento e areia média, é composto por uma camada única de argamassa usinada e estabilizada por uma usina situada em Uberlândia.

2.2 Variáveis de estudo

2.2.1 Tipo de impermeabilização

Os painéis se diferenciam entre si em relação ao tipo de impermeabilização aplicado na viga baldrame, podendo essa ser flexível, rígida ou inexistente, referidas neste trabalho como I1, I2 e I3, respectivamente. O produto utilizado para realizar a impermeabilização flexível foi uma emulsão asfáltica e para impermeabilização rígida foi um material cimentício, ambos disponíveis no mercado de Uberlândia e aplicados em três camadas cruzadas, de acordo com as recomendações do fabricante.

Tabela 1 – Tipos de impermeabilização utilizadas

Nome	Descrição
Impermeabilização Tipo 1 – I1	Baldrame com impermeabilização flexível
Impermeabilização Tipo 2 – I2	Baldrame com impermeabilização rígida
Impermeabilização Tipo 3 – I3	Baldrame sem impermeabilização

2.2.2 Nível da viga baldrame

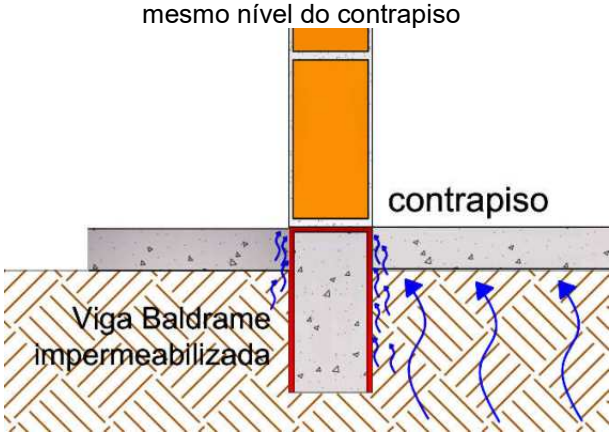
O nível da viga baldrame é um fator que também difere entre os exemplares. Em metade dos protótipos a face superior da viga baldrame se encontra no mesmo nível da face superior do contrapiso acabado, já na outra metade a face superior da viga baldrame se encontra 5 cm abaixo da face superior do contrapiso, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Tipos de vigas baldrames

Nome	Descrição
Viga baldrame Tipo 1 – B1	Viga baldrame no nível do contrapiso acabado
Viga baldrame Tipo 2 – B2	Viga baldrame 5 cm abaixo do contrapiso acabado

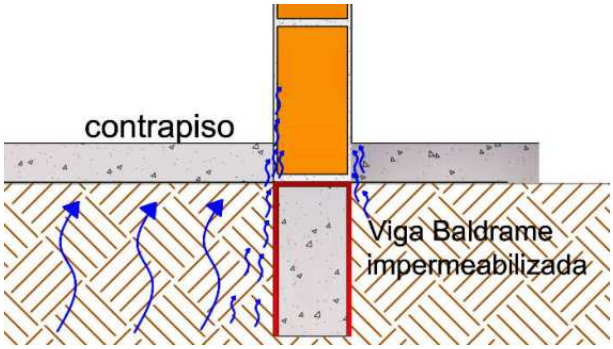
No caso em que a viga está no mesmo nível do contrapiso, a água proveniente do solo através do contrapiso não se propaga para as paredes, uma vez que não há contato direto entre contrapiso e alvenaria (Figura 5). Entretanto, quando a face superior da viga se localiza abaixo do contrapiso, que está consequentemente em contato com a parede (Figura 6), é provável que a umidade transportada através desse atinja a alvenaria.

Figura 5 – Viga baldrame no mesmo nível do contrapiso



Fonte: Salomão, 2012.

Figura 6 – Viga baldrame abaixo do nível do contrapiso



Fonte: Salomão, 2012.

2.2.3 Combinação das variáveis

A combinação dessas variáveis, tipo de impermeabilização e nível da viga baldrame, resultam em seis tipos de alvenaria a serem estudadas, conforme indica a Tabela 3.

Tabela 3 – Tipos de paredes deste estudo

Parede	Impermeabilização	Contrapiso
Tipo 1	I1	B1
Tipo 2	I1	B2
Tipo 3	I2	B1
Tipo 4	I2	B2
Tipo 5	I3	B1
Tipo 6	I3	B2

Para que o estudo fosse estatisticamente válido e representativo foram avaliados quatro exemplares de cada um dos seis tipos de parede, totalizando assim 24 painéis dispostos em 12 pares.

2.3 Observação visual

Antes de executar medições dos valores de umidade dos painéis de alvenaria, foi realizado uma inspeção visual para verificar o estado geral de conservação dos protótipos após seis anos de sua construção.

2.4 Aferição da umidade

A medição do teor de umidade superficial das paredes foi realizada utilizando o aparelho modelo HI-520 da marca Kett (Figura 7), que mede a umidade através da constante dielétrica do material, por meio de sensores capacitivos localizados na base do aparelho. O mesmo permite a variação da profundidade de análise, que nesse estudo foi 10 mm para todos os pontos, a partir da surpefície das paredes.

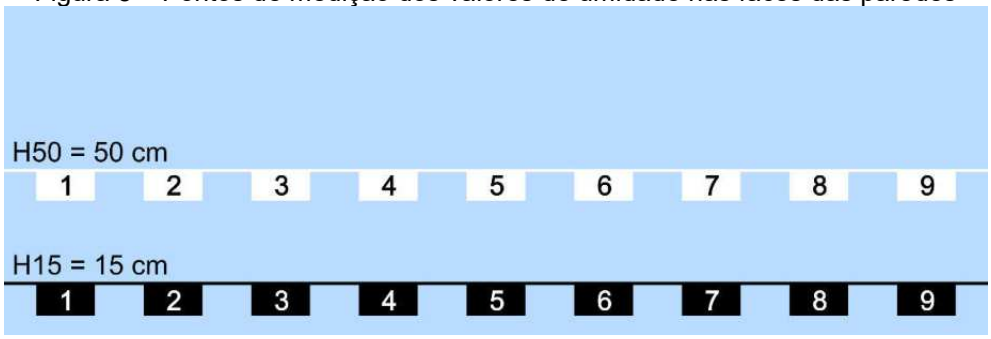
Figura 7 - Aparelho para medição de umidade modelo HI 520 Kett.



Fonte: Salomão, 2012.

No total, as aferições foram realizadas em 18 pontos distribuídos ao longo de cada face da parede e localizados em duas faixas de altura em relação ao contrapiso, 15 cm e 50 cm, referidas neste trabalho respectivamente como H15 e H50.

Figura 8 – Pontos de medição dos valores de umidade nas faces das paredes



2.5 Condições ambientais

Conforme apresentado na Introdução, o teor de umidade ascensional nas alvenarias sofre interferências externas e para fins de parametrização os dados ambientais referentes ao período de medição foram adquiridos no Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, cuja estação climatológica está situada cerca de 200 metros da área reservada aos experimentos.

As medições foram realizadas nos dias 25 e 30 de novembro de 2017 e foram obtidos os dados ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, referentes ao período entre 19 e 30 de novembro (Figuras 9 e 10).

Figura 9 – Gráfico com as temperaturas: média, máxima e mínima

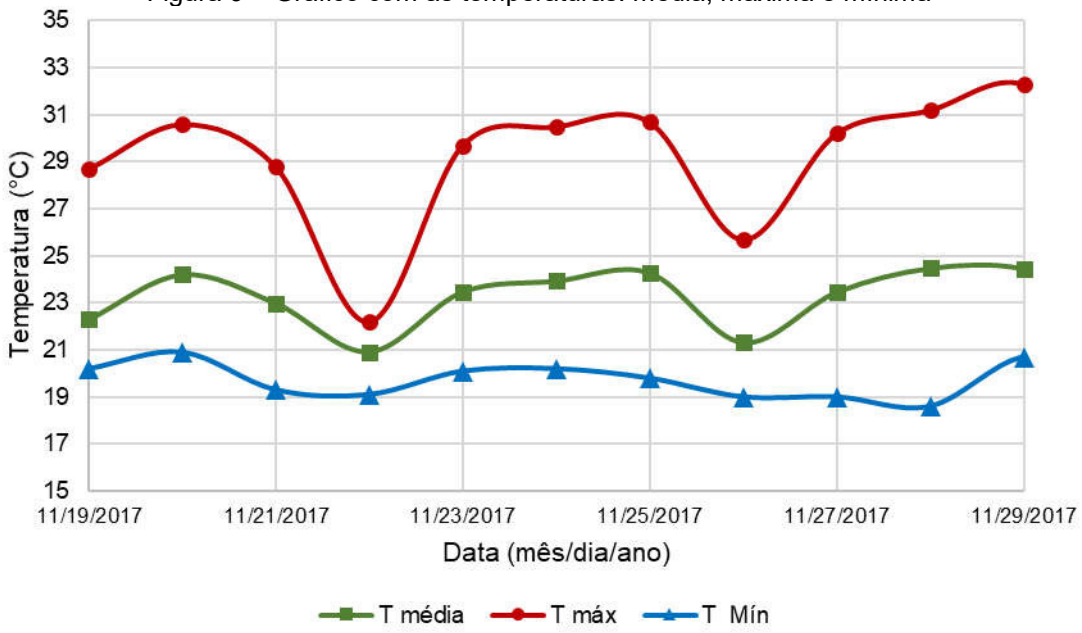
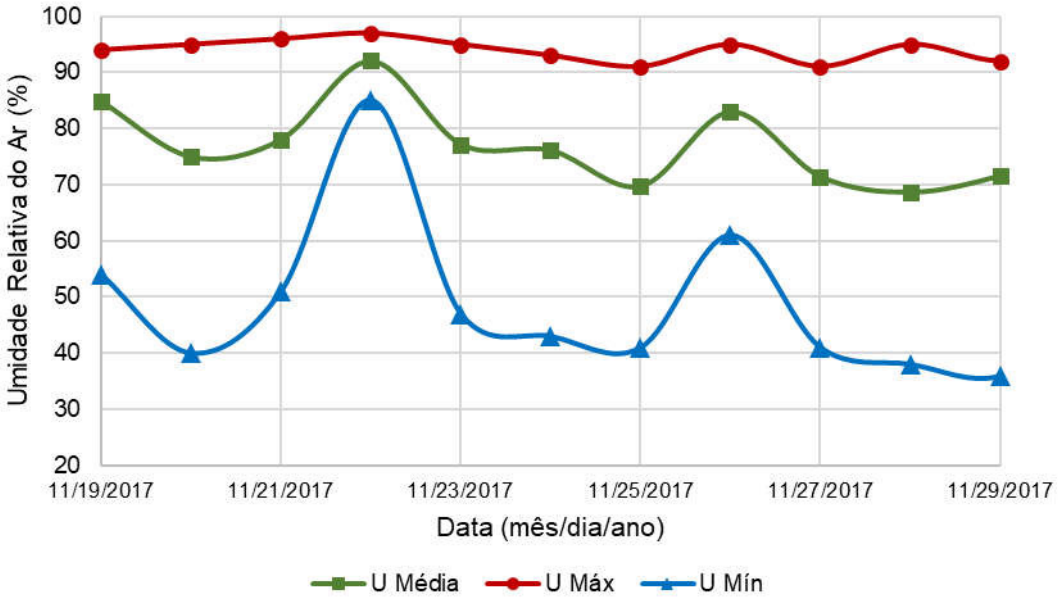


Figura 10 – Gráfico com a umidade relativa do ar: média, máxima e mínima



As medições foram realizadas em dias que não houve presença de água das chuvas na superfície dos painéis de alvenaria, de forma a diminuir as interferências climáticas durante as medições do teor de umidade dos protótipos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos através das medições do teor de umidade dos painéis de alvenaria, realizadas após uma inspeção visual, foram analisados, primeiramente, em relação a paredes do mesmo tipo. A média aritmética foi calculada entre os valores aferidos nos quatro exemplares similares e verificou-se os desvios-padrões dos mesmos, tratando separadamente face externa e interna. Dessa forma, foi possível obter valores representativos para cada um dos seis tipos de parede, conforme a Tabela 3, o que possibilitou as análises seguintes.

3.1 Observação visual

Em geral, as paredes com a viga baldrame posicionadas no mesmo nível que o contrapiso (Figura 11) apresentaram melhores condições de conservação em relação a presença de umidade do que as paredes em que a viga baldrame está posicionada abaixo do contrapiso (Figura 12).

Figura 11 – Parede tipo I1B1



Figura 12 - Parede tipo I1B2



Foi possível observar também que as paredes internas (Figura 13) apresentaram melhor estado de conservação em relação as paredes externas (Figura 14).

Figura 13 – Face externa de uma parede tipo I3B2



Figura 14 – Face interna de uma parede tipo I3B2



3.2 Influência do tipo de impermeabilização

Para verificar a influência da impermeabilização das vigas baldrames foram utilizados os valores representativos de paredes semelhantes em relação à posição da viga baldrame e que variam quanto ao tipo de impermeabilização. A diferença entre os valores de umidade aferidos em cada parede elucida a participação da impermeabilização na umidade ascendente.

A Tabela 4 apresenta os valores de umidade superficial referentes aos três tipos de painéis que possuem a face superior viga baldrame no mesmo nível que o contrapiso (B1), porém que variam em relação a impermeabilização aplicada. Foi observado, então, que a impermeabilização flexível (I1) apresentou teor de umidade menor em relação aos tipos I2 e I3, demonstrando sua eficiência na mitigação da ascensão da umidade que migra do solo por capilaridade.

Tabela 4 – Valores de umidade superficial em paredes do tipo B1

Tipo da parede		Tipo I1B1		Tipo I2B1		Tipo I3B1	
Face	Altura	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Externa	H15	1,64	0,42	2,21	0,52	2,16	0,54
	H50	0,73	0,33	0,99	0,44	0,68	0,27
Interna	H15	1,66	0,58	2,24	0,56	2,14	0,59
	H50	0,68	0,33	0,95	0,21	0,78	0,37

Os exemplares com impermeabilização rígida (I2), por sua vez, apresentou valores extremamente próximos dos que não possuíam nenhuma forma de impermeabilização. Isso demonstra sua ineficiência como barreira para umidade ascensional neste estudo, que pode ter sido agravada ao longo dos seis anos desde sua aplicação ou não ter sido eficaz desde o início de seu uso. De qualquer forma, essa opção não se demonstrou aplicável em fundações em contato com sistemas de vedação interna ou externa, dado que a vida útil de projeto mínima determinado por norma (ABNT NBR 15575) para esses sistemas são 20 e 40 anos, respectivamente.

3.3 Influência do nível da viga baldrame

Ao analisar os valores representativos de umidade entre painéis com o mesmo tipo de impermeabilização, mas com a viga baldrame em níveis diferentes em relação ao contrapiso, é possível observar a influência da posição da viga na mitigação da ascensão de água proveniente do solo (Tabelas 5, 6 e 7).

Tabela 5 – Valores de umidade superficial em paredes do tipo I1

Tipo da parede		Tipo I1B1		Tipo I1B2	
Face	Altura	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Externa	H15	1,64	0,42	2,9	0,56
	H50	0,73	0,33	1,0	0,34
Interna	H15	1,66	0,58	2,9	0,43
	H50	0,68	0,33	1,0	0,34

Tabela 6 – Valores de umidade superficial em paredes do tipo I2

Tipo da parede		Tipo I2B1		Tipo I2B2	
Face	Altura	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Externa	H15	2,2	0,52	2,7	0,51
	H50	1,0	0,44	0,8	0,47
Interna	H15	2,2	0,56	2,6	0,52
	H50	1,0	0,21	0,8	0,32

Tabela 7 – Valores de umidade superficial em paredes do tipo I3

Tipo da parede		Tipo I3B1		Tipo I3B2	
Face	Altura	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Externa	H15	2,2	0,54	2,9	0,57
	H50	0,7	0,27	0,8	0,34
Interna	H15	2,1	0,59	2,8	0,49
	H50	0,8	0,37	0,8	0,48

De forma geral, os painéis de alvenaria com a viga baldrame no mesmo nível do contrapiso (B1) apresentaram resultados mais satisfatórios em relação aos aferidos nos painéis que possuem a face superior do baldrame abaixo do contrapiso (B2). Essa diferença ocorre devido ao contato direto que o contrapiso possui com as paredes no caso B2, o que possibilita a passagem de água do solo para os painéis por meio do contrapiso, além do transporte que ocorre através da viga baldrame.

Nos exemplares com impermeabilização flexível (I1) a diferença entre os níveis da viga baldrame se mostrou mais acentuada, uma vez que essa impermeabilização se demonstrou mais eficiente como barreira para a passagem de água através da viga. Nos casos I2 e I3 os valores tiveram uma menor variação em

relação a B1 e B2, provavelmente porque a impermeabilização ineficiente ou não existente faz com que o transporte por meio do baldrame seja mais intenso.

3.4 Influência das duas variáveis em conjunto

Ao comparar os seis tipos de parede do estudo, o que apresentou melhores resultados foi o Tipo I1B1, que possui o baldrame no mesmo nível que o contrapiso e impermeabilização do tipo flexível (Tabela 8). Esse tipo de impermeabilização se mostrou eficiente na mitigação da passagem de umidade através da viga e o contrapiso sem contato direto com a parede dificulta o transporte de água através do mesmo para a alvenaria. Dessa forma, essas duas medidas aplicadas em conjunto são capazes de proteger os painéis da água proveniente do solo através dos dois meios possíveis.

Tabela 8 –Valores de umidade superficial em paredes com combinações diferentes entre as variáveis

Tipo da parede		Tipo I1B2		Tipo I1B1		Tipo I3B1	
Face	Altura	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Externa	H15	2,9	0,56	1,6	0,42	2,2	0,54
	H50	1,0	0,34	0,7	0,33	0,7	0,27
Interna	H15	2,9	0,43	1,7	0,58	2,1	0,59
	H50	1,0	0,34	0,7	0,33	0,8	0,37

Comparando os painéis do tipo I1B2 com I3B1 percebe-se que o contrapiso tem maior influência no transporte de água ascendente quando comparado ao tipo de impermeabilização. Uma provável explicação para tal observação consiste em o contrapiso ter contato direto com argamassa de revestimento que por sua vez é um meio contínuo de transporte da água. A viga baldrame, no entanto, tem contato com a argamassa de assentamento que não se constitui em um meio contínuo uma vez que parte a umidade pode migrar pelo revestimento, mas parte segue o fluxo através do bloco cerâmico, que é vazado e sem continuidade.

4. CONCLUSÕES

Neste estudo foi possível observar, para as tipologias analisadas, as seguintes conclusões:

- Impermeabilização rígida não se mostrou eficiente.
- O posicionamento da face superior da viga baldrame no mesmo nível em que o contrapiso se mostrou eficiente em mitigar a passagem de umidade através dele para a parede.
- A posição da viga baldrame é uma variável que influencia mais o desempenho dos painéis, em relação ao teor de umidade ascendente, do que o uso de uma impermeabilização eficiente.
- O uso de uma impermeabilização flexível, juntamente ao posicionamento da face superior da viga baldrame no mesmo nível que o contrapiso, se mostrou como a metodologia construtiva mais satisfatória para mitigar a ascensão de umidade do solo por capilaridade.

Não foi possível separar a contribuição higroscópica para os valores obtidos neste estudo, porém é uma análise que será realizada em trabalhos futuros.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Educação Tutorial (PET) de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, por todo o apoio e pela bolsa de estudos.

6. REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; PAULA, J. **Physical Chemistry.** 9. Ed. New York, United States of America: W. H. Freeman and Company, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT. **NBR 1557**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT. **NBR 9575:** Impermeabilizaçao – Seleção e Projetos. Rio de Janeiro, 2010.

BAUER, E. **Resistência a penetração da chuva em fachadas de alvenaria de materiais cerâmicos: uma análise de desempenho.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,1987.

HOFFMAN, R. **Manual de tratamento de infiltração causada por umidade através da capilaridade ascendente do solo.** Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.

MASON, G. Rising Damp. **Building Science**. Great Britain: Pergamon Press, v. 9. p. 227-231, 1974.

MEHTA, M.; SCARBOROUGH, W.; ARMPRIEST, D. **Building construction: principles, materials, and systems.** 2. ed. New Jersey, United States of America: Pearson, 2012.

NAZARIO, D.; ZANCAN, E. C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal de criciúma: inspeção dos sete postos de saúde**. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma-SC, 2011.

OLIVEIRA, I. **A importância da impermeabilização da viga baldrame e as patologias decorrentes da falta ou má execução da mesma**. Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2014.

PEREIRA, M. F. P. **Anomalias em paredes de alvenaria sem função estrutural**. Dissertação de mestrado, Universidade do Minho, Guimarães, 2005.

PEREZ, A. R. **Umidade nas edificações**. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

RIRSCH, E.; ZHANG, Z. Rising damp in masonry walls and the importance of mortar properties. **Construction and Building Materials.** Grain Britain: Elsevier, v. 24. p.1815-1820, 2010.

SALOMÃO, M. C. F. **Estudo da umidade ascendente em painéis de alvenaria de blocos cerâmicos.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

TRECHSEL, H. R.; BOMBERG, M. T. **Moisture Control in Buildings: The Key Factor in Mold Prevention**. 2. Ed. Pennsylvania, United States of America: ASTM, 2009.