



MARIA EDUARDA SILVA

**ESTUDO DAS PATOLOGIAS ADVINDAS DO BINÔMIO
SOLO-FUNDAÇÃO – AVALIAÇÃO DAS UNIDADES
ASCENSIONAIS POR VÍCIOS CONSTRUTIVOS OU
INEXISTÊNCIA DE ESTANQUEIDADE DA FUNDAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Uberlândia - MG
2022



MARIA EDUARDA SILVA

**ESTUDO DAS PATOLOGIAS ADVINDAS DO BINÔMIO
SOLO-FUNDAÇÃO – AVALIAÇÃO DAS UNIDADES
ASCENSIONAIS POR VÍCIOS CONSTRUTIVOS OU
INEXISTÊNCIA DE ESTANQUEIDADE DA FUNDAÇÃO**

Trabalho apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de graduação de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia Civil (FECIV) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Cabana Guterres

Uberlândia - MG
2022



ESTUDO DAS PATOLOGIAS ADVINDAS DO BINÔMIO SOLO-FUNDAÇÃO – AVALIAÇÃO DAS UMIDADES ASCENSIONAIS POR VÍCIOS CONSTRUTIVOS OU INEXISTÊNCIA DE ESTANQUEIDADE DA FUNDAÇÃO

Maria Eduarda Silva¹; Paulo Roberto Cabana Guterres².

¹ Faculdade de Engenharia Civil – FECIV/UFU, Av. João Naves de Ávila, 2121 Campus Santa Mônica – Bloco 1Y - CEP: 38400-902 – Uberlândia – MG – Brasil; e-mail: meduardasilva@ufu.br

² Faculdade de Engenharia Civil – FECIV/UFU, Av. João Naves de Ávila, 2121 Campus Santa Mônica – Bloco 1Y - CEP: 38400-902 – Uberlândia – MG – Brasil; e-mail: paulo.guterres@ufu.br

RESUMO

O presente trabalho teve como foco o estudo das consequências da adoção do método construtivo onde as vigas baldrame são enterradas, permitindo, quando possuir vícios construtivos, que a umidade ascensional do solo atinja as paredes; e, conseqüentemente, dê origem às patologias relacionadas à essa umidade constante nas alvenarias. Tal análise teve como base edifícios já afetados por este problema; donde pode-se visualizar as consequências de forma mais clara, mas sem levar em consideração fatores como o tempo da ação da água na construção. Ao realizar a pesquisa bibliográfica, foi possível compreender melhor esse fenômeno, suas causas e resultados nas construções, relacionando os conceitos com o estudo de casos feitos ao decorrer da pesquisa. Foram analisados quatorze edifícios em dois métodos construtivos diferentes; donde, utilizando o equipamento FLIR MR176, foram averiguados os valores de umidade presente nas paredes escolhidas aos estudos durante um período determinado; totalizando nove dias diferentes às análises. Com o estudo dos resultados, constatou-se que as alvenarias de vedação feitas utilizando tijolos maciços cerâmicos possuíam valores de umidade maiores quando comparados às vedações em alvenaria convencional (utilizando blocos cerâmicos vazados e reboco), porém, mesmo com a maior identificação de umidade, ainda assim possuíam uma escala menor de patologias, sendo menos agredidas pela umidade retida. De toda forma, foi constada a grande importância de um bom projeto de impermeabilização, além da execução e tratamento correto da viga baldrame, definindo assim, também, um maior conforto e saúde do utente; além de evitar custos adicionais necessários para correção de problemas futuros relacionados à umidade proveniente do solo. Em suma, essa pesquisa busca melhorar a qualidade das construções, conscientizando os profissionais na construção civil com relação ao controle de impermeabilização e execução de baldrames, garantindo a estanqueidade das vedações, evitando assim, problemas que podem ser facilmente prevenidos solucionados com o bom planejamento e execução.

Palavras-chave: baldrame; umidade ascensional; patologias; edificações.



ABSTRACT

The current work had as focus the study of the consequences from the adoption of a constructive method where the foundation beams are buried, allowing, when there are construction defects, that the ascendant humidity reaches the walls; and consequently generate pathologies related to this constant humidity on the masonry. The analysis had as base buildings that were already affected by this issue; where it is possible to visualize the consequences from a clear view, but without taking in consideration factors as water action time in the construction. When carrying out the bibliographic research, it was possible to better comprehend this phenomenon, including the causes and results on the buildings, relating the concepts with the study of cases carried out during the research. Fourteen edifices were analyzed in two different constructive methods, where, using the FLIR MR176 equipment, ascertained the humidity values present in the walls chosen for studies during a determined period, totalizing nine different days to analysis. With the study of the results, it was verified that the sealing masonry made using solid ceramic bricks had larger humidity values comparing to sealings in conventional brickwork (using hollow ceramic blocks and plaster), although, even with larger identification of humidity, it still had a smaller pathology scale, thus being less affected by the retained humidity. Anyway, it was possible to verify the big importance of a good sealing project and of the right execution and usage of the foundation beams, resulting in a bigger comfort and health to the user; besides from avoid additional charge needed for the correction of future problems related to the humidity from the ground. In short, the research goal is to increase the constructions quality, through making the civil construction professionals aware about the control of the sealing and execution of the foundation beam, ensuring the impermeability of the sealings and avoiding problems that can be easily prevented by good planning and execution.

Key words: foundation beams, ascendant humidity, pathologies, edifications.



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	OBJETIVO	6
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	7
3.1	Patologias por umidade na edificação.....	7
3.2	Capilaridade	9
3.3	Patologias devido à ascensão capilar da água	11
3.4	Sistemas de impermeabilização.....	13
3.5	Baldrame – funções, princípio e impermeabilização	18
4	METODOLOGIA	22
5	ANÁLISE DE CASOS	25
5.1	Edifício 1 – Laboratório 6R.....	25
5.2	Edifício 3 – Setor de reprografia.....	28
5.3	Edifício 8 – Banco do Brasil 2U.....	30
5.4	Edifício 13 – D.A. Agrárias	32
6	DISCUSSÕES E RESULTADOS.....	35
7	CONCLUSÕES.....	39
	REFERÊNCIAS	41
	ANEXO A – VALORES DE UMIDADE E IMAGENS COLETADAS EM TODAS AS EDIFICAÇÕES AVALIADAS	43



1 INTRODUÇÃO

Constantemente, são observadas na área da construção civil, procedimentos executivos incorretos, que são tornados comuns e perpetuados nas etapas executivas dos métodos construtivos. O uso do baldrame enterrado, por exemplo, se mostra uma prática bastante comum na cidade de Uberlândia, passada por gerações de construtores, ignorando os problemas que esse método pode ocasionar à edificação no futuro, caso não sejam observados e aplicados todos os procedimentos protetivos requeridos à referida etapa da construção. A impermeabilização dos elementos de fundação garante que, a longo prazo, os líquidos provenientes do solo não penetrem na estrutura da fundação e, conseqüentemente, ascendam às alvenarias dela; ocasionando patologias como as manchas de umidade, mofo e até mesmo o surgimento de líquens, bem como, mais danosamente, o surgimento das eflorescências e/ou criptoflorescências, que podem comprometer o bom funcionamento e a durabilidade da edificação.

Contudo, a manifestação de patologias relacionadas à umidade pode ser ocasionada tanto por falhas na impermeabilização da fundação quanto pelo processo executivo/construtivo inadequado. Desse modo, para garantir que problemas relacionados a umidade ascendente não ocorram na edificação, é de grande importância a utilização de um sistema compatível com as características da obra, como geometria de peças, características do solo e nível de lençol freático, bem como um projeto de impermeabilização, definindo as áreas a serem tratadas, as necessidades de cada uma delas, além de materiais adequados à proteção desta etapa da construção.



2 OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo analisar os efeitos da umidade ascendente nas edificações que possuam viga baldrame enterrada, fazendo uma análise comparativa da frequência de ocorrência das patologias, utilizando como base 14 edificações na cidade de Uberlândia – MG. Foram analisados 7 edifícios utilizando o método construtivo convencional com blocos cerâmicos vazados e reboco, e 7 com tijolos cerâmicos maciços a vista. Os índices de umidade foram medidos nos meses de fevereiro e março de 2022, assim como a análise das patologias existentes em cada um dos casos. Procura-se então, informações mais aprofundadas sobre os sistemas de impermeabilização das vigas de fundação e suas consequências nas patologias presentes na edificação, além de uma comparação sobre o funcionamento dessa umidade nos dois grupos analisados.



3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Patologias por umidade na edificação

Segundo Helene (1994) o concreto pode ser considerado um material praticamente eterno, desde que receba manutenção sistemática e programada. Mesmo assim, ainda é comum a apresentação de patologias significativas, acarretando custos para sua correção, além da redução da sua capacidade resistente, ocasionando, em certos casos, no colapso parcial ou total da estrutura.

A impermeabilização se trata de uma das etapas mais importantes na construção civil, pois através dela são impedidas a penetração das águas, seja em estado líquido ou gasoso, pela porosidade dos materiais, ocasionando uma proteção contra agentes agressivos e evitando a ocorrência de patologias ligadas à umidade, aumentando, com isso, a durabilidade das edificações. Porém, mesmo se tratando de um processo de extrema importância para o bom comportamento da edificação, muitas vezes este é negligenciado, por não se tratar de um processo estrutural ou que interfira diretamente, e de imediato, na estética da edificação. Como resultado dessa falta de preocupação, é comum surgirem em tempos curtos, médios ou longos, inúmeros tipos de patologias ligadas diretamente à ação da água ascendente nas edificações. Tais patologias são manifestadas de várias formas na estrutura, e tem como principais causas 5 tipos de águas contaminantes:

- Umidade da água das intempéries (chuvas/ventos);
- Umidade da água por condensação;
- Umidade da água do solo ascendente por capilaridade;
- Umidades da água advinda do processo construtivo;
- Umidade das águas acidentais.

A umidade por intempéries ocorre quando a água da chuva se choca contra a fachada ou cobertura da edificação, penetrando os materiais da construção. Na maioria dos casos ela ocorre em decorrência de fissuras, e não por conta da permeabilidade dos materiais, que geralmente são escolhidos com base na sua resposta as adversidades do clima. Em períodos longos de precipitação, é comum as edificações acometidas por essas anomalias apresentarem manchas, bolores, eflorescências e



criptoflorescências nas paredes, que são problemas causados por fungos e sais minerais solúveis, decorrentes da presença de umidade. (OLIVEIRA E NUNES, 2020).

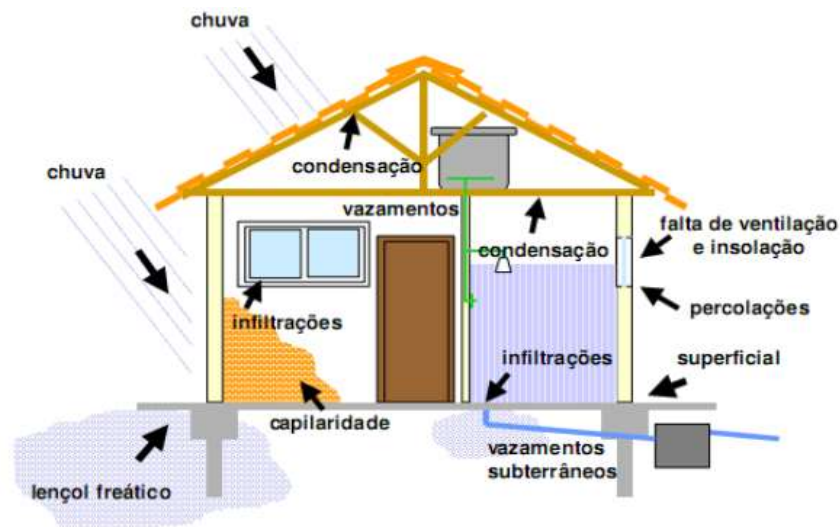
A umidade por condensação, por sua vez, se refere a umidade gerada pelo vapor nos ambientes internos à edificação, como banheiros e cozinhas, por exemplo. Nesse caso as condições de umidade e temperatura do ambiente (geralmente em locais com pouca ventilação) permitem que o vapor de água, em contato com uma superfície com temperatura menor (como o revestimento cerâmico) condense sobre a superfície de paredes, retornando ao estado líquido e penetrando sobre as superfícies suscetíveis. Em ambientes que possuem revestimento cerâmico, tal vapor penetra sobre as trincas nos rejuntas, o que pode causar problemas de infiltração caso não haja um bom sistema de impermeabilização por trás do revestimento.

A umidade por capilaridade é o principal assunto do presente trabalho. De acordo com Guterres (2016) a umidade ascendente se trata de um deslocamento de subida da água do solo mediante um processo de capilaridade, onde as moléculas da água são atraídas por outras moléculas presentes nas superfícies minerais, ocasionando no movimento vertical da água através dos poros do material condutor, no caso desta pesquisa, a alvenaria de vedação. Este tipo de problema, bastante comum e amplamente observado nas edificações, é gerado quando o sistema entre as vigas baldrame e a alvenaria estão sequenciados de forma inadequada, onde os baldrames mantem contato direto com o solo, possibilitando um caminho para a umidade dele seguir progressivamente até chegar na parte inferior da alvenaria da casa pela capilaridade dos materiais.

A umidade proveniente dos processos construtivos são aquelas necessárias para o andamento da obra e utilização dos materiais, como a água presente nas massas de assentamento, concreto, pintura etc., que são encontradas nos poros dos materiais. Geralmente elas somem por completo em até aproximadamente 6 meses.

Além disso, podem ocorrer problemas por umidade decorrentes de águas acidentais provenientes de falhas nos materiais e sistemas da edificação, sendo comum manchas por conta de vazamentos em canalizações e reservatórios. Na figura 1 abaixo podemos observar os diferentes tipos de águas que afetam uma edificação e suas consequências.

Figura 1 - Ação da água em uma edificação.



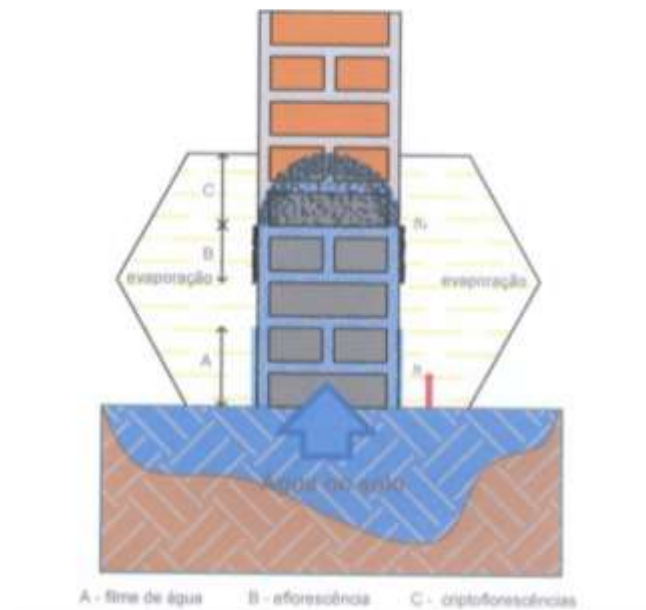
Fonte: Casa d'água (2016) apud Deus (2016)

3.2 Capilaridade

Conforme dito pela Vedacit (2010) em seu manual técnico e confirmado por Verçosa (1991 apud SOUZA, 2008), a água presente no solo pode subir pelas paredes, geralmente não ultrapassando 80 centímetros, provocando uma série de problemas decorrentes da umidade como descascamento e deslocamento da superfície, além do surgimento de mofo que podem trazer graves prejuízos respiratórios. Estes problemas não são solucionados por tratamentos superficiais na área atingida, e sim, fazendo uma análise minuciosa das causas e efeitos das umidades identificadas no local.

Na figura 2 abaixo podemos ver uma ilustração de como a ascensão capilar da água funciona segundo Guterres (2016), onde a zona próxima do solo tem uma taxa de umidade maior e menor secagem, enquanto mais acima na parede a taxa de umidade diminui, tornando a evaporação mais fácil.

Figura 2 - Esquema gráfico de ascensão capilar e evaporação de um muro em contato com solo úmido.



Fonte: Guterres (2016).

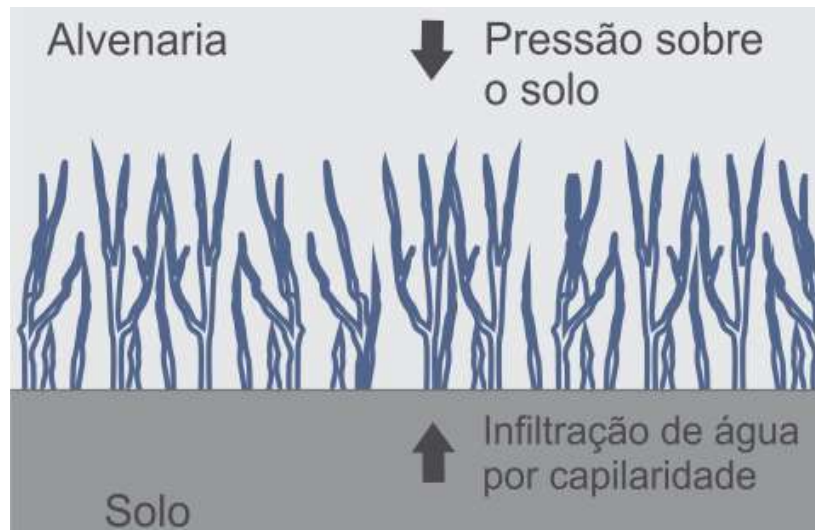
A ascensão desta água na alvenaria se dá por conta da existência dos capilares, que são pequenos vasos que funcionam como “caminhos” para a água, fruto da descontinuidade dos materiais utilizados na construção civil (VERÇOSA, 1987).

Segundo Libardi (2005) e conforme citado por Oliveira e Nunes (2020), as moléculas de água são atraídas por outras moléculas ao redor, através da força de coesão, fazendo com que fiquem unidas e o líquido se torne estável. Enquanto isso, a força de aderência (ou força de adesão) permite com que as moléculas de água possam se aderir a outras superfícies, interagindo com outros materiais.

Por conta das interações ocasionadas pelas forças de adesão e coesão, a superfície da água adquire a característica de ser contrátil, esticando e voltando a sua posição original continuamente, o que faz com que esteja em um constante estado de tensão, chamada de tensão superficial, que está diretamente relacionada à viscosidade do líquido. Dessa forma, as moléculas das paredes atraem as moléculas de água através da força de adesão, fazendo com que elas subam pelos vasos, alinhando ambas pela força de adesão. Com isso, quanto menor o diâmetro dos vasos, mais fácil é do líquido se transportar por ele (OLIVEIRA E NUNES, 2020).

No caso da umidade por capilaridade, como os capilares dos materiais como concreto, alvenaria e argamassas são muito, muito pequenos, a água sobe por uma altura bem mais considerável do que quando observamos este fenômeno em outras situações.

Figura 3 - Ascensão da água por capilaridade.



Fonte: Tetreets, 2017.

Na figura 3 podemos observar com maior clareza este fenômeno onde, através dessas interações, o material da fundação, em contato direto com o solo úmido, absorve a água e a transporta pelos capilares em consequência da tensão superficial. Caso essa água não seja eliminada naturalmente pela ventilação, ela sobe cada vez mais e causa uma série de problemas que afetam diretamente o bom funcionamento e a integridade da edificação. Decorreremos sobre as patologias no próximo tópico.

3.3 Patologias devido à ascensão capilar da água

Segundo Sousa e Farias (2021), a umidade por capilaridade nas paredes é um problema bastante comum nas construções, sendo um sinal claro da ausência ou falha na impermeabilização das vigas baldrame na fundação. Os sinais mais claros desta falha são descascamento de pintura, manchas de bolor, além de fungos e mofo na parede, em uma altura comum de até 50 cm.

Em ambientes ou locais com clima úmido, é difícil manter a conservação da edificação, devido à ação forte da água sobre os materiais utilizados na construção, juntamente com as intempéries físicas e químicas. Como a umidade pode surgir de diversas maneiras diferentes em uma edificação, é fundamental a proteção da construção

contra essas ações da água a fim de prolongar sua vida útil. Sendo assim, é indispensável entender melhor sobre como a água funciona em determinado ambiente, de forma que seja mais fácil determinar os tipos de acesso e o melhor método de prevenção a ser aplicado, pois um edifício pode sofrer diferentes tipos de agressões por conta dos fluidos. Além disso, as manifestações patológicas podem ser originárias tanto por infiltração devido à falha na impermeabilização, quanto por métodos construtivos errôneos, que acabam por criar caminhos para a água, mesmo que a barreira da impermeabilização não seja danificada.

Segundo Verçosa (1983) apud Guterres (2016), Vieira (2018), os principais danos causados pela umidade na construção civil são:

- Manchas de umidade são o efeito mais comum da umidade. Ocorre quando a água ultrapassa uma barreira, ficando impregnada na superfície da parede, apresentando cor diferente do restante da superfície;
- Eflorescências (figura 4) são caracterizadas pelo surgimento de formações onde há o acúmulo de sais, geralmente os presentes na cal e cimento utilizados, que estavam dissolvidos na água e, após sua evaporação, se solidificam e reagem com o dióxido de carbono no ar, formando manchas nas superfícies dos materiais;
- Criptoflorescências (figura 4) são formações salinas similares às eflorescências, sua maior diferença se dá pelo local, enquanto as eflorescências se localizam na superfície do material, as criptoflorescências são sais depositados no interior das paredes, gerando grandes cristais que se aderem e com o tempo podem causar fissuras e causar a desagregação do material, comprometendo a parede;
- Mofo e bolor (figura 5) são fungos e vegetais não clorofilados que surgem nas fissuras. Suas raízes soltam enzimas que agem como ácidos deteriorando e proporcionando a desagregação do material;
- Gelividade: processo onde a água infiltrada nos vasos congela, aumentando seu volume, e em seguida descongela, causando, lentamente, o esfarelamento e a desagregação do material;

- Vesículas são formação de bolhas na pintura, apresentando em seu interior a cor branca, preta e vermelha.

Figura 4 – Eflorescências (a) x Criptoflorescências (b).



Fonte: Autora (2022).

Figura 5 – Presença de mofo e bolor e deslocamento da pintura.



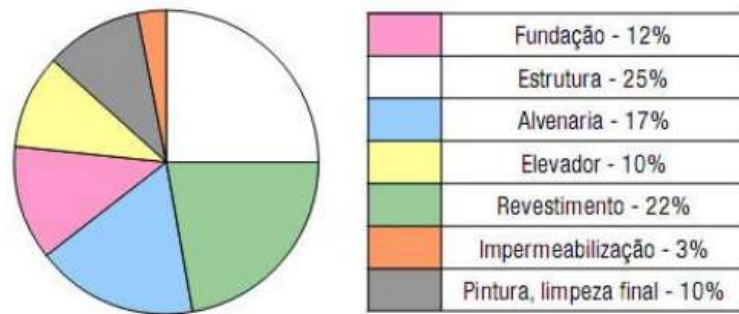
Fonte: Autora (2022).

3.4 Sistemas de impermeabilização

Segundo o manual da Vedacit (2010) a impermeabilização tem como objetivo a proteção da construção contra a passagem de fluidos, proporcionando a salubridade dos ambientes, levando em consideração a segurança e conforto do usuário, garantindo a estanqueidade das partes construtivas que necessitam.

Conforme dito por Righi (2009), o custo da implantação de impermeabilização em uma edificação, na fase de construção, representa um pequeno investimento se comparado ao restante do valor investido, representando cerca de 1 a 3% do valor total da obra (figura 6). Já Cardoso (2010 apud SOUZA E FARIAS, 2021), estima que esse valor, quando passado para implementação na fase de recuperação, pode custar até 8 vezes mais, chegando a 25% do valor do imóvel.

Figura 6 - Investimentos em uma edificação.



Fonte: Vedacit (2009) apud Righi (2009).

Dessa forma, podemos perceber a importância da impermeabilização como forma de prevenção de problemas de patologias, e não como forma de correção após a ocorrência das mesmas, além de ter um baixo valor de investimento quando comparado aos demais processos construtivos. Logo, o projeto de impermeabilização é imprescindível para o bom funcionamento e a durabilidade de uma edificação (além da economia), tendo que ser desenvolvido em conjunto e compatibilizado com os demais projetos já obrigatórios como estrutural, arquitetônico, hidrossanitário, etc.

Para o sucesso da estanqueidade da obra, alguns fatores devem ser analisados a fim de se decidir o melhor tipo de impermeabilização a ser executado. Segundo Klein (2002), são eles:

- Pressão e direção da água;
- Flexibilidade e rigidez da estrutura;
- Aderência do sistema de impermeabilização à estrutura;
- Metodologia de preparação e aplicação;
- Estrutura do produto a ser aplicado;
- Quantidade de camadas do impermeabilizante aplicado;
- Proteção térmica do sistema impermeável, caso necessária.



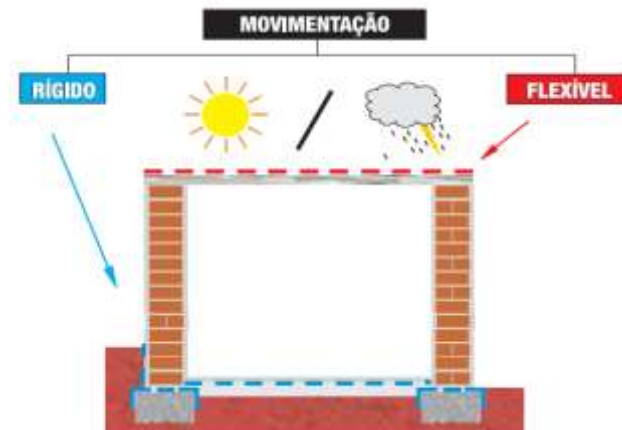
Além disso, uma série de cuidados devem ser tomados quanto à preparação do substrato a ser impermeabilizado e à proteção mecânica da impermeabilização após concluída. A superfície a ser impermeabilizada deve estar sempre regular, lisa e limpa, sem desagregação de materiais ou locais afiados ou irregulares. Em locais com grande tráfego de pessoas ou com solicitações como impactos, intemperismos ou outros agressores (como em jardineiras onde as raízes podem penetrar a camada de impermeabilização), deve ser feita uma camada de proteção, geralmente revestimento de argamassa, de forma a não deixar a impermeabilização diretamente exposta aos agentes agressores, garantindo sua integridade e durabilidade e, conseqüentemente, a estanqueidade da obra. Essa camada de impermeabilização também pode ser feita com outros materiais, dependendo dos fins para qual estão sendo aplicadas, como agregado solto, concretos de traço leve, espumas plásticas etc.

Em resumo, os produtos impermeabilizantes podem ser separados em dois tipos: os sistemas rígidos e os sistemas flexíveis. A escolha do tipo de impermeabilização tem relação direta ao comportamento físico da estrutura ao qual está sendo aplicada, conforme dito por Cunha e Neumann (1979) e citado por Righi (2009). Sobre tal comportamento eles ainda salientam:

- Elementos construtivos sujeitos às movimentações, alterações dimensionais decorrentes do aquecimento e resfriamento, além de recalques, estão mais suscetíveis à incidência de trincas e fissuras;
- Elementos construtivos com carga estabilizada, com variação de temperatura muito pequena, não estão sujeitos ao aparecimento de trincas ou fissuras.

Essa diferença de local de aplicação para determinado tipo de impermeabilização está ilustrada na figura 7 a seguir.

Figura 7 - Impermeabilização rígida e flexível na edificação.



Fonte: Vedacit (2009) apud Righi (2009).

As impermeabilizações flexíveis são utilizadas na primeira situação, em locais onde há movimentação da estrutura. Por terem uma maior resistência à tração, esse tipo de impermeabilização pode se contrair e dilatar juntamente com a estrutura, impedindo a danificação da camada de impermeabilização, mantendo sua eficiência mesmo em locais sujeitos à intemperismos. Elas podem ser encontradas de duas formas: moldadas no local, na forma de membranas; ou pré-fabricadas, que são as mantas. Por serem mais resistentes, elas são utilizadas em locais mais expostos, como terraços, lajes, coberturas etc. Mesmo assim, em áreas superiores a 12m², devem ser protegidas por uma camada de isolamento térmico.

Sistemas de impermeabilização rígida são utilizados na segunda situação, onde não há o surgimento de trincas e fissuras, por não apresentarem flexibilidade compatível. O sistema não trabalha juntamente com a estrutura, logo, em locais onde há movimentações, surgiriam trincas na camada impermeabilizante, inutilizando-a. A impermeabilização rígida é encontrada em forma de argamassa industrializada ou aditivo para argamassa e concreto, e o sistema mais utilizado atualmente é a argamassa polimérica, que se trata de uma emulsão de polímeros que é misturado aos agregados minerais inertes e ao cimento, e aplicado sobre o substrato em forma de pintura, sendo utilizado de 3 a 5 demãos cruzadas para formar a película impermeável.

Segundo a Viapol (2021), a argamassa polimérica resiste tanto a pressões hidrostáticas negativas quanto a pressões positivas, além de ser um produto de fácil

aplicação, que forma uma barreira contra sulfatos e cloretos, além de selar o substrato, reduzindo o consumo de tintas. A primeira demão (imprimação) deve ser aplicada sobre o substrato úmido, e as demais demãos só deverão ser aplicadas após secagem completa da camada anterior. Na segunda camada deverá ser incorporada uma tela industrial de poliéster resinada, de forma a auxiliar na resistência à tração do impermeabilizante. A cura úmida deve ser feita durante 3 dias.

Esse tipo de impermeabilização é utilizado nas áreas enterradas e não expostas às intempéries das edificações, como as vigas baldrame. Dessa forma, tal método de impermeabilização é a principal barreira contra a umidade ascensional nas paredes. Na tabela 1 abaixo podemos ver algumas das principais características de ambos os sistemas de impermeabilização, além de exemplos de materiais utilizados para confecção dos mesmos.

Tabela 1 – Características de impermeabilização Rígida x Flexível.

SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO	RÍGIDOS	FLEXÍVEIS
APLICAÇÕES INDICADAS	Sua aplicação é recomendada para as partes mais estáveis da edificação. São locais menos sujeitos ao aparecimento de trincas e fissuras, que poderiam comprometer a impermeabilização. Por isso, sua principal utilização ocorre em fundações, pisos internos em contato com o solo, contenções e piscinas enterradas.	A elasticidade desses produtos faz com que eles sejam mais indicados para estruturas sujeitas a movimentações, vibrações, insolação e variações térmicas (dilatações e contrações). Portanto, são mais usados em lajes (térreo e cobertura), banheiros, cozinhas, terraços e reservatórios elevados.
COMO SÃO VENDIDOS	Como aditivos para argamassa ou como argamassa industrializada. Também são encontradas misturas aplicadas em forma de pintura, formando um revestimento impermeável.	Os sistemas flexíveis são encontrados na forma de mantas, aderidas ou não à estrutura. Também fazem parte desse grupo misturas moldadas no local, que, depois de secas, formam uma membrana elástica protetora.
EXEMPLOS	Argamassas impermeabilizantes Cimentos poliméricos Cristalizantes Resinas epóxi	Mantas asfálticas Membranas asfálticas moldadas no local (a quente ou a frio) Mantas de PEAD, PVC, EPDM Membranas de poliuretano, de poliureia, resinas acrílicas etc.

Na figura 8 abaixo podemos ver a representação dos dois tipos de impermeabilização discriminados: a rígida e flexível. Na impermeabilização rígida está demonstrada uma argamassa polimérica com tela resinada, utilizada para impermeabilização da alvenaria de embasamento, e na flexível uma manta asfáltica anti-raízes utilizada em uma jardineira suspensa da mesma residência.

Figura 8 - Exemplo de impermeabilização rígida e flexível aplicada.



Fonte: Autora (2021).

3.5 Baldrame – funções, princípio e impermeabilização

As vigas baldrame são um elemento de fundação rasa de apoio, que conectam os demais componentes da estrutura de fundação. Elas têm como principal função receber as cargas da estrutura e paredes, e distribuí-las sobre os elementos de fundação. São feitas em concreto armado, posicionadas acima ou no mesmo nível dos blocos de fundação, fazendo com que a infraestrutura toda trabalhe de uma maneira conjunta, evitando trincas na estrutura por conta de recalques.

Segundo Guterres (2016) em um estudo na cidade de Pelotas, todas as construções contemporâneas de até dois pisos, independentemente do tipo de fundação utilizado, possuíam a viga baldrame, em concreto armado, com faces laterais e superior tratadas com um revestimento impermeabilizante, impedindo o transporte da água proveniente do solo. Acima da viga baldrame, é posicionado o embasamento, que se

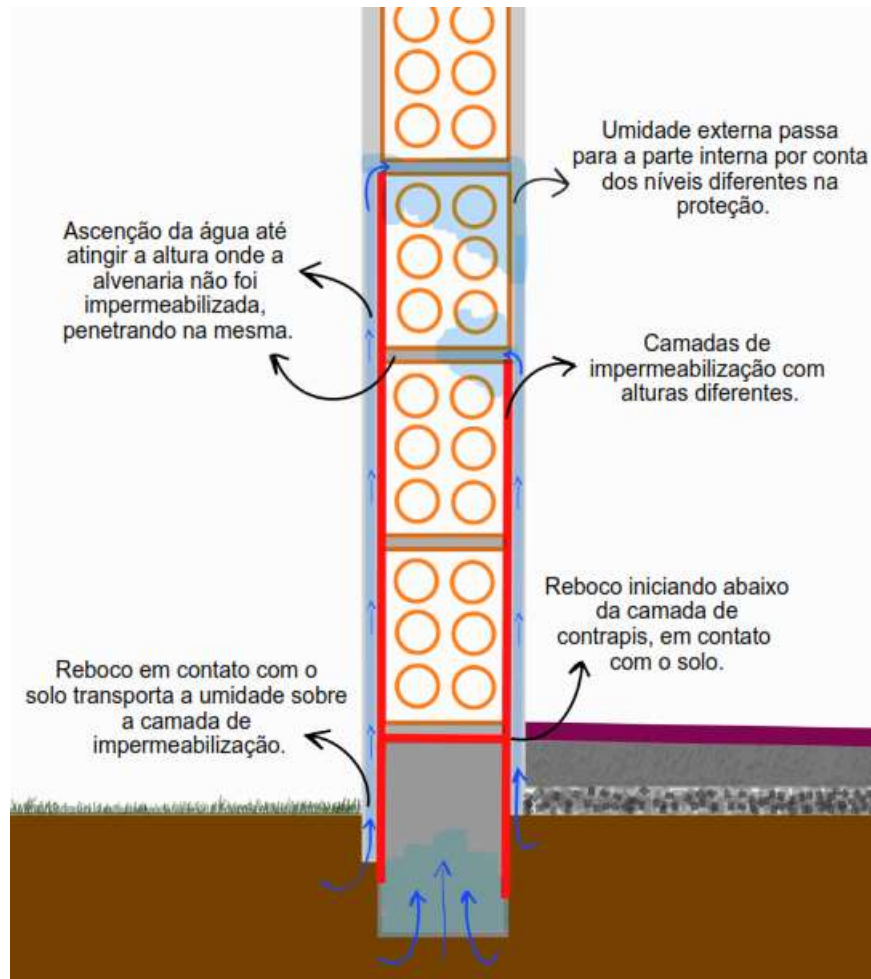


trata de fiadas em bloco de concreto estrutural preenchidos com concreto. Esta parte, que fica posicionada acima do nível do solo, não recebe revestimento impermeabilizante, o que possibilita, através das ações do vento e sol, a secagem de qualquer umidade que ascenda do solo. O problema deste método é que, com o tempo e a utilização do edifício, as alturas do terreno sofrem alterações, enterrando esta parte e impedindo a ventilação e dissipação da umidade.

Na cidade de Uberlândia, é comum as vigas baldrame serem feitas abaixo do nível do solo, começando a alvenaria abaixo do nível do contrapiso da edificação. Com a vedação feita dessa forma, o reboco e chapisco externo é iniciado em uma parte do baldrame e enterrado junto com ele, dando um acabamento melhor na base da parede. O problema está justamente nisso, mesmo que o baldrame e a alvenaria sejam impermeabilizados, a umidade é transportada através do reboco pela parede, subindo até encontrar uma parte onde a alvenaria não esteja devidamente impermeabilizada, e penetrando na mesma.

O problema ainda aumenta quando a altura das impermeabilizações é diferente na parte interna e externa da casa (é comum fazerem a parte externa em 3 fiadas e a interna mais baixa, 2 fiadas). Dessa maneira, em casos de muita umidade externa, ela sobe pela parede e quando passa pra dentro do bloco, na altura onde a impermeabilização da alvenaria é acabada, aflora na parte interna da casa, onde não tem a proteção naquela altura. A imagem 9 demonstra esse caso.

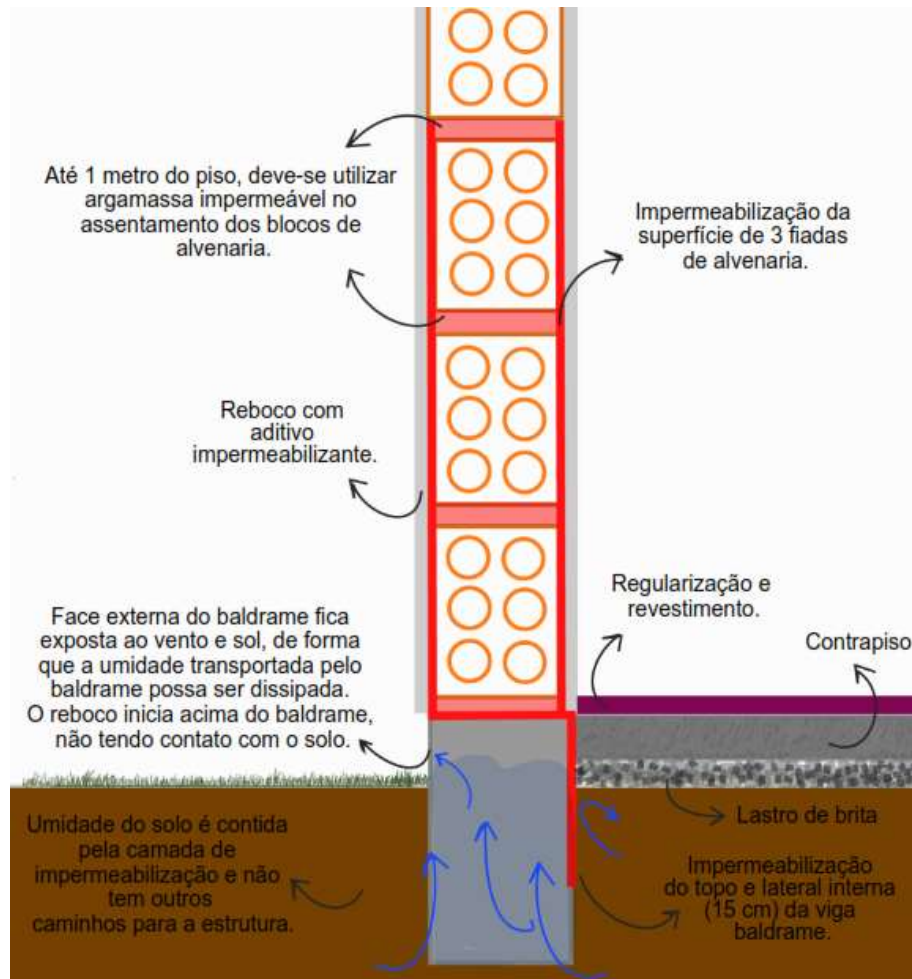
Figura 9 - Esquema de baldrame - alvenaria funcionando de maneira propensa à umidade.



Fonte: Autora (2022).

Um modo de se evitar esse tipo de problema, é subindo o baldrame para acima do nível do solo, com o topo no nível do contrapiso da casa. Assim, com a impermeabilização da face superior e as laterais em 15 centímetros, o reboco se inicia no nível do contrapiso, não tendo contato direto com o solo e impedindo a ascensão da água. Em companhia com esse método, é indicado também a utilização de aditivos impermeabilizantes na argamassa de assentamento das 3 primeiras fiadas de alvenaria, assim como no reboco dessa parte, garantindo ainda mais a estanqueidade do conjunto, como é ilustrado na figura 10 a seguir.

Figura 10 - Posicionamento correto de baldrame para proteção contra umidade ascendente.



Fonte: Autora (2022).



4 METODOLOGIA

O trabalho em questão foi dividido em duas partes. Na primeira foi feita uma revisão bibliográfica com o objetivo de entender melhor os conceitos e as origens das patologias registradas na segunda etapa, além da forma como a posição da viga baldrame e a impermeabilização utilizada afetaria na umidade ascensional nas paredes. Nesta etapa foram utilizados artigos e dissertações de diferentes instituições de ensino sobre o assunto e suas ramificações.

Na segunda etapa foi feito um levantamento em campo, em 14 edificações na cidade de Uberlândia – MG, a grande maioria no campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia, onde se pôde observar as grandes consequências das umidades ascensionais nas construções. As edificações foram divididas em dois conjuntos, com alvenaria convencional e alvenaria com tijolos maciços a vista, onde foi possível fazer uma comparação do modo como a umidade afeta esses dois tipos. A partir dos dados coletados, foi possível fazer uma análise comparativa sobre os valores de umidade e as patologias presentes nas edificações, relacionando-os com o método construtivo onde as vigas baldrame ficam enterradas, mal executadas e, muitas vezes, desprotegidas da camada estanque, um vício construtivo bastante comum na cidade, além da falta de manutenção das edificações.

Em todas as paredes foram feitas medições utilizando o equipamento FLIR MR176, ilustrado na figura 11, que se trata de um medidor de umidade com câmera térmica que nos permite fazer uma análise não destrutiva da umidade presente no interior do material, mapeando-a dentro da zona avaliada da edificação. Utilizando o sensor integrado na parte traseira do equipamento, que é encostado na área analisada, são coletados valores percentuais de umidade do material que está em contato com o sensor, tendo um valor médio para aquela pequena área em questão. Já a imagem de câmera térmica foi utilizada apenas como uma forma de visualizar a área da parede como um todo, sendo que com ela não é possível verificar de forma quantitativa os valores de umidade, nos servindo apenas como guia para verificação dos pontos.

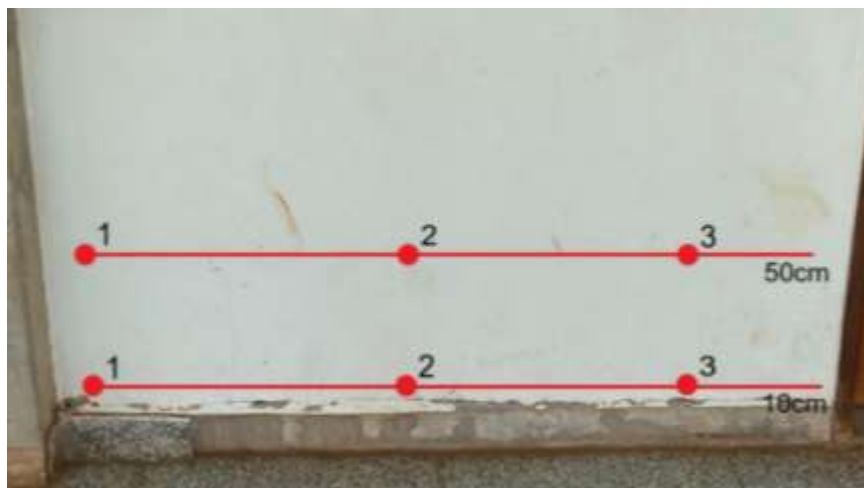
Figura 11 - FLIR MR176.



Fonte: FLIR (2015).

Com o uso do equipamento, foram medidos, os percentuais de umidade de 6 pontos em cada uma das paredes analisadas, metade desses à 10 centímetros do solo e a outra metade à 50 centímetros do solo (exemplo na figura 12), além dos valores de umidade relativa do ar e temperatura do ambiente no momento da medição. Ao todo foram feitas 3 séries de medições durante 3 dias consecutivos com uma semana de pausa entre elas, totalizando 9 valores para cada ponto observado. Foram sondadas, também, as manifestações patológicas de cada uma das paredes analisadas, como umidades localizadas, fissuras e trincas, mofos, eflorescências e criptoflorescências, que podem estar associadas ou não, à umidade ascensional.

Figura 12 – Exemplo de localização padrão dos pontos.



Fonte: Autora (2022).



A medição com o FLIR MR176 é feita através do contato do equipamento com a área a ser analisada. Com ele é possível fazer leituras de duas formas: modo com pino, onde um pino conectado ao equipamento é encostado à um ponto específico em análise, e modo sem pino, onde é feito o contato da parte traseira do equipamento com a parede, abrangendo uma área maior e, conseqüentemente, obtendo-se uma precisão menor. Porém, o método com pino é indicado para medições em superfícies não rugosas, visto que sua área de contato é muito pequena, e qualquer irregularidade no contato pode interferir nos valores medidos no equipamento.

No primeiro dia foram medidos valores utilizando os dois métodos, porém foi observado que o método com pino tendia a mostrar valores sempre muito baixos ou iguais a zero, dificultando a análise da variação da umidade nos pontos; então, a partir do segundo dia foi utilizado apenas o método sem pino para todas as leituras.

5 ANÁLISE DE CASOS

Foram selecionadas 14 edificações para arguição, dentre os quais 7 eram no método construtivo convencional de alvenaria revestida em reboco, e os outros 7 eram em alvenarias de tijolos maciços a vista. Essa divisão foi feita a fim de analisar qual dos dois métodos poderiam transportar mais umidade visível da viga à parede. A tabela 2 abaixo apresenta os edifícios examinados, além de sua localização e forma de acabamento.

Tabela 2 - Espaço Amostral.

ANÁLISE	LOCALIZAÇÃO	NOMENCLATURA	ACABAMENTO
1	UFU - Umuarama	Laboratório 6R	Bloco cerâmico e reboco
2	UFU - Umuarama	Self-Service Xalé	Bloco cerâmico e reboco
3	UFU - Umuarama	Setor de Reprografia	Bloco cerâmico e reboco
4	UFU - Umuarama	Laboratório de Morfologia	Bloco cerâmico e reboco
5	UFU - Umuarama	Bloco 4C	Tijolos maciços a vista
6	UFU - Umuarama	Estufa 4N	Tijolos maciços a vista
7	UFU - Umuarama	Auditório 8C	Tijolos maciços a vista
8	UFU - Umuarama	Banco do Brasil 2U	Bloco cerâmico e reboco
9	Bairro Taiaman	Casa R. Joaquim Custódio	Bloco cerâmico e reboco
10	Bairro Taiaman	Casa R. Pérola Fernandes Carrijo	Bloco cerâmico e reboco
11	UFU - Umuarama	Bloco 2H	Tijolos maciços a vista
12	UFU - Umuarama	Bloco 2A	Tijolos maciços a vista
13	UFU - Umuarama	D.A. Agrárias	Tijolos maciços a vista
14	UFU - Umuarama	Bloco 2C	Tijolos maciços a vista

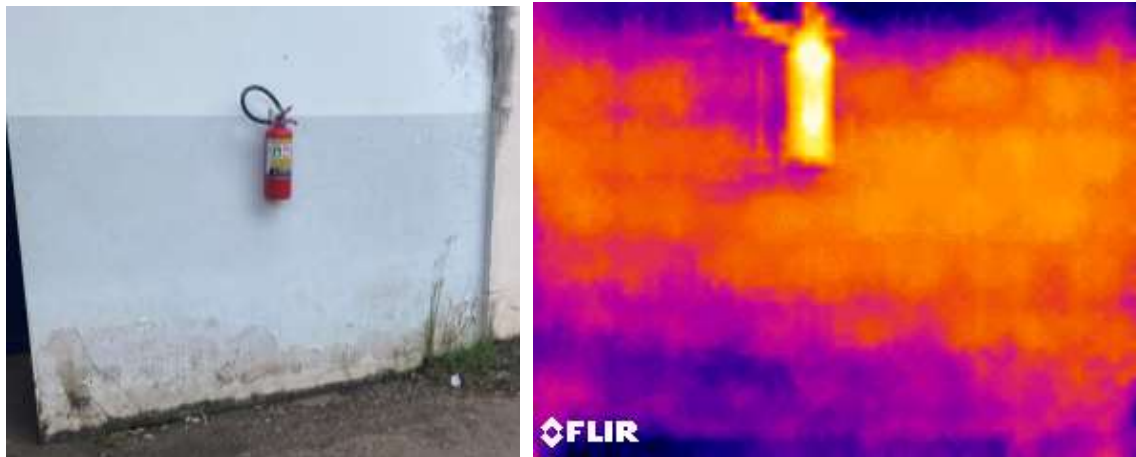
Fonte: Autora (2022).

A partir desses edifícios, foram escolhidos alguns com mais destaque para ser feito uma análise mais detalhada das patologias, que será disposta nos itens a seguir. Os valores coletados de umidade para todas as edificações analisadas, assim como as imagens feitas pela câmera térmica, estão dispostos no anexo A.

5.1 Edifício 1 – Laboratório 6R

O bloco 6R está localizado no interior do campus Umuarama. Ao visitar o bloco, foi escolhida uma parede que estivesse em estado mais crítico para análise, nesta zona foram encontradas várias patologias que poderiam ser decorrentes da umidade, conforme mostra a figura 13 abaixo:

Figura 13 - Área analisada no laboratório 6R.



Fonte: Autora (2022).

Utilizando a câmera térmica, foi observada uma faixa fria na parte inferior da parede, coincidindo com o local onde é encontrado o deslocamento da pintura, juntamente com mofo e eflorescências. Neste local, foi visto que há uma parte onde o contrapiso já está danificado, surgindo vegetação na área próxima à parede, além de não estar completamente aderido à parede, formando uma fissura entre os dois, provavelmente devido às movimentações e recalques por má compactação do solo.

Fez-se então a medição dos valores de umidade nos pontos. Vale salientar que as medições foram feitas em uma mesma linha na horizontal, mudando apenas a vertical. Portanto, os pontos 1 estão localizados no mesmo local na extensão de parede (na horizontal), mudando apenas suas alturas (verticais), a mesma coisa para os pontos 2 e 3. Os valores de umidade coletados podem ser observados na tabela 3, juntamente com os valores de umidade do ar e temperatura do ambiente no momento da medição, que são apontados pelo equipamento.

Tabela 3 - Valores de umidade laboratório 6R.

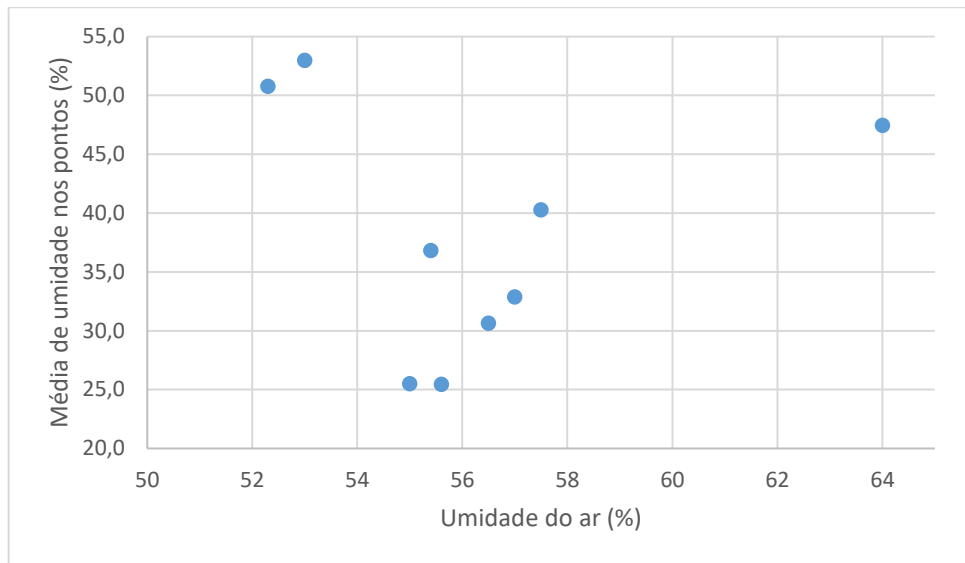
FOTO 1 - LABORATORIO 6R										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	37,2	32,8	38,7	27,8	27,6	76,1	65,3	67,8	63,2
2		28,7	65,9	28,4	20,1	23,9	26,8	57,7	73,5	69,6
3		64,5	65,9	48,6	38,8	35,3	44	78,8	73,2	69,3
1	50 CM	26,3	20,1	22,7	24,1	21	47,1	34,5	34,6	30,3
2		20,6	18,9	23	21,9	25,9	25,5	46,6	44,6	36,3
3		19,9	17,3	22,4	19,9	19,3	22,1	21,7	24,2	16,1
UMIDADE DO AR (%)		57	55,4	56,5	55,6	55	57,5	52,3	53	64
TEMPERATURA (°C)		30,7	28,9	34,2	28,1	30,1	29,3	29,9	27,7	22,8

Fonte: Autora (2022).

A princípio foi feita uma tentativa de relacionar a umidade nos pontos com a umidade relativa no ar registrada no aparelho. Na figura 14 podemos ver o gráfico de valores de umidade do ar com os valores de umidade nos pontos, a fim de verificar se eles se comportavam de uma maneira linear, o que, quando observamos o gráfico, podemos ver claramente que não ocorre. Ao fazer essa tentativa em todas as edificações levantadas, percebeu-se então que não teria como ser feita a correlação, pois a umidade nos pontos depende de vários fatores além da umidade relativa do ar, como valores de precipitação nos dias anteriores, variação de temperatura após tais precipitações, saturação do solo que estava em contato etc., e não seria possível com os equipamentos disponíveis, fazer a quantificação de tais fatores.

Dessa forma, foi feita uma análise apenas comparativa para verificar a variação da umidade nos pontos, e sua relação com a altura na parede.

Figura 14 - Gráfico umidade do ar x umidade na edificação.



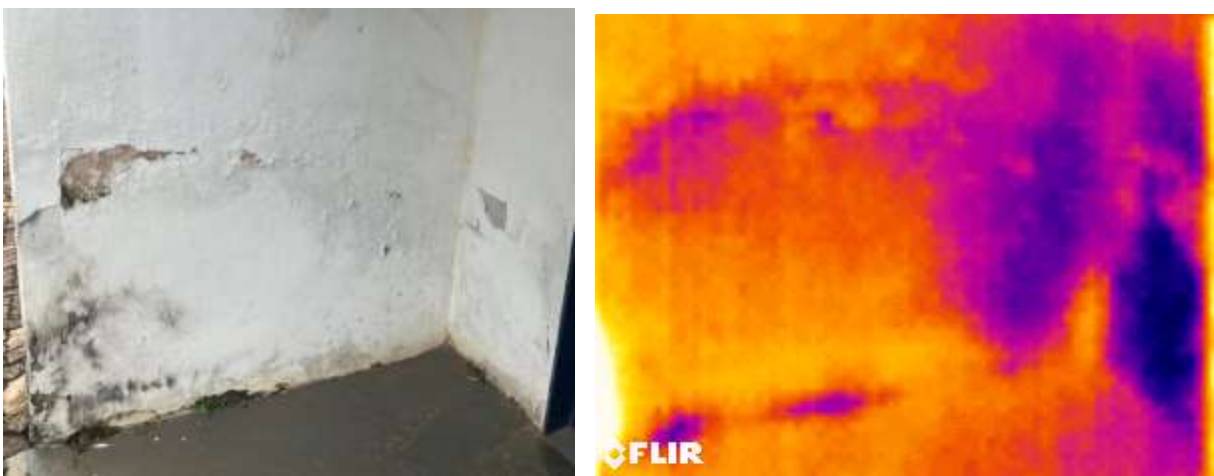
Fonte: Autora (2022).

Quando se observa a variação dos valores na tabela, é visível, neste caso, como a umidade tem valores menores nos pontos mais altos da parede, se dissipando conforme a altura vai subindo, se comportando da maneira esperada conforme já afirmado na revisão de literatura e confirmado com a verificação em local.

5.2 Edifício 3 – Setor de reprografia

O setor de reprografia possui uma parede fortemente atacada pela umidade. Nela, como podemos observar, pode ser encontradas fissuras, criptoflorescências, eflorescências, deslocamentos da pintura, além de manchas e bolor.

Figura 15 - Área analisada no setor de reprografia.



Fonte: Autora (2022).

Com a câmera térmica (figura 15) é possível ver, claramente, os locais mais críticos da parede, na base onde o reboco já foi degradado e podemos, também, ver os blocos de alvenaria que foram utilizados, e mais acima, onde podemos identificar a formação de vesículas na pintura na área onde mais se concentra umidade. Na tabela 4 podemos verificar os valores de umidade nos pontos, além da temperatura e umidade do ar coletados pelo equipamento.

Tabela 4 - Valores de umidade setor de reprografia.

FOTO 3 - SETOR DE REPROGRAFIA										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	80,7	100	77	72,4	77,2	90,5	90,3	74,1	84,4
2		94,9	97,6	85,3	74,5	80,4	86,2	89,3	87,6	88,7
3		53,7	77,9	65,1	69,4	73,9	80,6	82,1	66,4	62,5
1	50 CM	81,1	85,5	75,6	69,1	73,1	99,3	93,7	68,5	71,3
2		80,3	90,7	62,8	75,6	77,5	78,6	83,4	70,6	74,7
3		81,4	81,9	75,6	70,4	68,3	73,2	75,3	76,2	72
UMIDADE DO AR (%)		52,3	54,8	55,4	57,9	53,5	58,1	51,9	54,1	60,2
TEMPERATURA (°C)		29,2	29,5	34,6	27,6	30,2	28,7	29,4	28,2	24,2

Fonte: Autora (2022).

Ao observarmos os valores coletados da umidade nos pontos, percebemos que não há uma diminuição significativa do valor de umidade conforme o aumento da altura dos pontos na parede. Investigando melhor o local, atestou-se a existência de um vazamento na parte superior da parede, em função da inexistência de um sistema de calhas do bloco (tubos de queda pluvial), fazendo com que a água da chuva infiltre na parede por cima, como demonstrado na figura 16. Dessa forma, podemos ver que os valores de umidade na parte mais alta da parede, em alguns pontos são mais altos que os valores na faixa dos 10cm, muito provavelmente devido ao encontro dos dois tipos de umidade: ascensional e infiltração por intempéries.

Figura 16 - Detalhes da parede: locais de vulnerabilidade à umidade por intempéries.

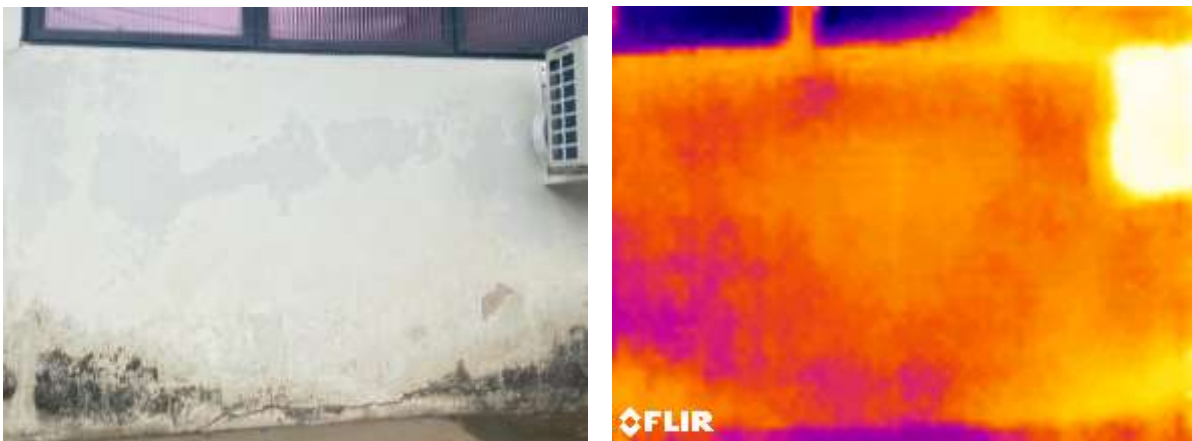


Fonte: Autora (2022).

5.3 Edifício 8 – Banco do Brasil 2U

Na figura 17 temos a área analisada do bloco 2U, onde está localizado o Centro de Ciências Biomédicas (CEBIM), e a agência do Banco do Brasil no campus Umuarama. Nele foi possível averiguar a presença de várias patologias, dentre elas uma trinca com início na base da alvenaria que sobe em uma diagonal, correndo a extensão da parede, ilustrada na figura 18.

Figura 17 - Área analisada no bloco 2U.



Fonte: Autora (2022).

Figura 18 - Extensão da trinca na parede analisada.



Fonte: Autora (2022).

Como já dito, a trinca tem início na base da alvenaria, e sobe em uma altura média de 12 a 15 centímetros do piso, percorrendo 3,7 metros da parede, tendo uma abertura de 7 até 15 milímetros no seu ponto mais crítico, local onde pode-se observar a alvenaria desgastada dentro da abertura na figura 19.

Figura 19 - Abertura da trinca no ponto mais crítico.



Fonte: Autora (2022).

Foram medidos 4 pontos diferentes perto da trinca, sendo 2 abaixo e 2 acima da mesma. Os valores de umidade abaixo dela foram maiores, conforme podemos observar na tabela 5, apresentando uma média de 65% nos 2 pontos durante os 9 dias; enquanto a média dos pontos imediatamente acima da trinca foi de 27%. Essa mudança abrupta no valor demonstra como a descontinuidade no conjunto da

alvenaria dificultou a continuidade da ascensão capilar, interrompendo o caminho que estava sendo percorrido pela água.

Tabela 5 - Valores de umidade bloco 2U.

FOTO 8 - BANCO DO BRASIL 2U										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	77	50	43,6	26,7	26,7	86,5	79,1	71	70,3
2		68,4	66,1	63,6	58,3	54,6	79,5	70,5	72,6	69,2
2*		22,5	19,5	26	24,5	24,3	56,9	29,3	28,5	26,8
3		83,2	74,2	48	38,5	36,7	65	79,8	75,3	68,5
3*		25,8	23,3	25,3	22,7	19,8	42,2	26,8	29,1	22,9
1	50 CM	17,4	79,2	27,8	22,7	19,1	40,4	45,3	33,1	30,8
2		14	16	21,6	20,4	19,9	24,4	20,2	20,3	18,8
3		15,6	10,3	20,4	19,6	17,9	22	17,6	21,6	19,9
UMIDADE DO AR (%)		51	53,4	43,3	54,2	54,3	61,9	55,3	50,8	63,8
TEMPERATURA (°C)		28,1	28,8	31,6	28,2	29,8	27,1	29,1	27,5	21,9

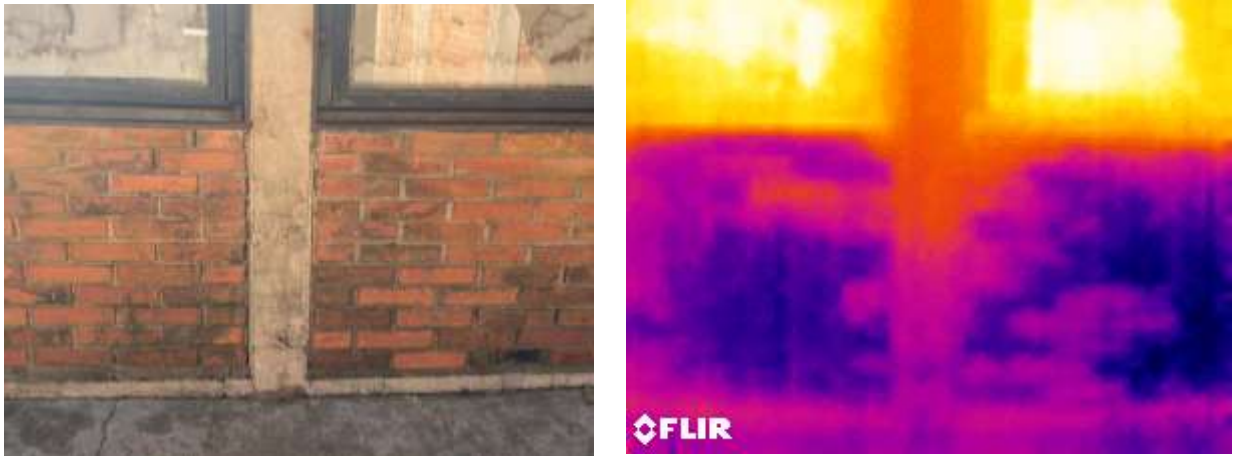
*Pontos medidos acima da trinca

Fonte: Autora (2022).

5.4 Edifício 13 – D.A. Agrárias

O bloco onde está alojado o diretório acadêmico do curso de engenharia agrônômica é um dos poucos edifícios utilizando o método de tijolos maciços (dentre os observados), onde podemos ver com clareza a deterioração do elemento por conta da umidade. Na parede analisada, além de mofo e bolor, verificou-se a presença de eflorescências, fissuras e trincas nas argamassas de assentamento, e locais onde os blocos se soltaram quase que por completo. Essa mancha pode ser vista com clareza na figura 20, quando observamos a parede e através da câmera térmica.

Figura 20 - Área analisada no D.A. Agrárias.



Fonte: Autora (2022).

Na figura 21 vemos que, quando examinada a área com cuidado, é possível ver que a parte onde a mancha está presente é o local onde ocorreu um recalque no solo, que pode ser decorrente de inúmeros fatores, desde aplicação de cargas subdimensionadas à estrutura, até a má compactação do solo. Esse recalque pode ser o maior causador das trincas na argamassa de assentamento, que conseqüentemente, ocasionam em um caminho para que a água suba cada vez mais na alvenaria.

Figura 21 - Recalque observado na área de concentração de umidade.



Fonte: Autora (2022).

Temos então na tabela 6, os valores de umidade coletados para a edificação em questão.

Tabela 6 - Valores de umidade D.A. Agrárias.

FOTO 13 - DA AGRARIAS										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	91,7	100	82,2	82,9	85,1	80	70,1	87,4	86,9
2		96,3	100	94,2	87,6	83,2	89,5	86,5	89,8	91,5
3		76,7	75,4	86,5	75,5	78	89,9	83,8	86,5	88,4
1	50 CM	84,3	89,7	83,1	76,4	80,7	88,8	85,3	90,1	91,2
2		89,1	91,5	95,1	94,2	92,2	88,5	82	83,4	78,4
3		69,2	65,1	72,9	91,4	77,9	82,4	77,9	69,7	64,5
UMIDADE DO AR (%)		50,4	53,7	41,6	57,7	58,3	64,4	61,2	53,5	64,1
TEMPERATURA (°C)		29,0	28,7	31,1	27,4	28,7	26,9	28,7	27,4	23,7

Fonte: Autora (2022).

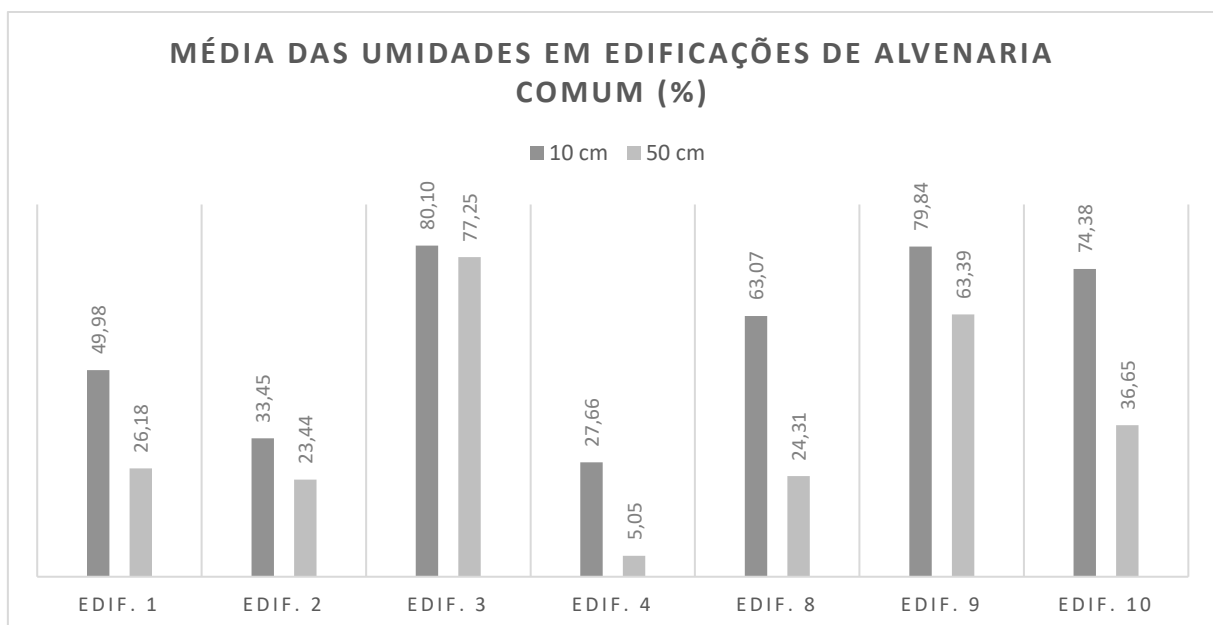
Com os valores de umidade medidos em local, percebe-se que a umidade relativa no local onde está a parede se mantém muito alta, quase sempre por volta de 80%, este ambiente com umidade alta e constante, juntamente com a pouca incidência solar e ventilação, dificulta que a água presente na parede evapore, criando um ambiente em boas condições para a proliferação de micro-organismos, dentre outras patologias. Dessa forma, a presença excessiva e prolongada da umidade na estrutura acaba comprometendo seu uso.

6 DISCUSSÕES E RESULTADOS

Como já discutido anteriormente, a impermeabilização de uma edificação vai muito além das áreas molhadas, sendo a impermeabilização da fundação uma das etapas mais importantes para o bom funcionamento da edificação, evitando transtornos e gastos futuros. Além da impermeabilização, a execução correta dos elementos de fundação e o material de revestimento da alvenaria afetam diretamente sobre a capilaridade, dificultando ou facilitando os caminhos para a água.

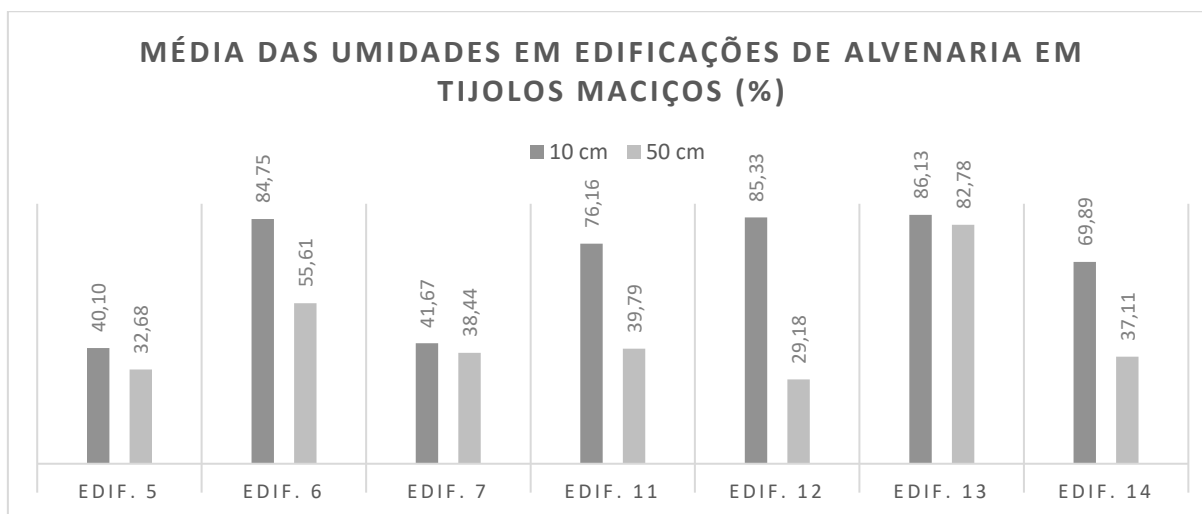
Após a análise de todos os casos, foram feitos dois conjuntos para comparação: as edificações em alvenaria comum (bloco cerâmico e reboco em massa cimentícia) e as edificações em alvenaria de blocos maciços à vista. Ao fazer a observação no local, foi averiguado como as paredes rebocadas sofrem efeitos mais visíveis da umidade, tendo um nível de deterioração aparentemente maior que o segundo grupo. Apesar disso, os valores de umidade foram maiores nas construções em tijolos maciços, apresentando uma média geral de 69% na base da alvenaria (10cm) e 45% na medição acima (50 cm); enquanto os mesmos valores foram de 58% e 37% no primeiro conjunto. As médias de cada uma das edificações podem ser observadas nas figuras 22 e 23 a seguir.

Figura 22- Média das umidades em edificações de alvenaria comum.



Fonte: Autora (2022).

Figura 23 - Média da umidade em edificações de alvenaria em tijolos maciços.



Fonte: Autora (2022).

As tabelas 7 e 8 abaixo apresentam, respectivamente, o resumo das avaliações das patologias nas edificações, a média dos valores de umidade registrados durante o período de avaliação de cada um dos casos, além de especificar seu método construtivo. Para a análise foram escolhidos os pontos mais críticos visivelmente, as medições foram feitas entre fevereiro e março de 2022, dentro do período de chuvas na cidade de Uberlândia.

Tabela 7 - Umidade nas análises x método de acabamento.

EDIFÍCIO	MÉDIA DE UMIDADE NOS PONTOS (%)		MÉTODO DE ACABAMENTO
	10 CM	50 CM	
1 – Laboratório 6R	49,98	26,18	Bloco cerâmico e reboco
2 – Self Service Xalé	33,45	23,44	Bloco cerâmico e reboco
3 – Setor de Reprografia	80,10	77,25	Bloco cerâmico e reboco
4 – Laboratório de Morfologia	27,66	5,05	Bloco cerâmico e reboco
5 – Bloco 4C	40,10	32,68	Tijolos maciços a vista
6 – Estufa 4N	84,75	55,61	Tijolos maciços a vista
7 - Auditório 8C	41,67	38,44	Tijolos maciços a vista
8 - Banco do Brasil 2U	63,07	24,31	Bloco cerâmico e reboco
9 - Casa Rua Joaquim Custódio	79,84	63,39	Bloco cerâmico e reboco
10 – Casa Rua Pérola Fernandes	74,38	36,65	Bloco cerâmico e reboco
11 – Bloco 2H	76,16	39,79	Tijolos maciços a vista
12 – Bloco 2A	85,33	29,18	Tijolos maciços a vista
13 – D.A. Agrárias	86,13	82,78	Tijolos maciços a vista
14 – Bloco 2C	69,89	37,11	Tijolos maciços a vista

Fonte: Autora (2022).

Tabela 8 - Presença de patologias analisadas.

EDIFÍCIO	PRESENÇA DE PATOLOGIAS					
	MANCHAS DE UMIDADE	MOFO E BOLOR	TRINCAS	FISSURAS	EFLORESCÊNCIA	CRIFTOFLORESCÊNCIA
1 – Laboratório 6R	X	X	X	X		
2 – Self Service Xalé	X	X		X	X	X
3 – Setor de Reprografia	X	X	X		X	X
4 – Laboratório de Morfologia	X		X	X		
5 – Bloco 4C	X				X	X
6 – Estufa 4N	X	X			X	X
7 - Auditório 8C	X				X	X
8 - Banco do Brasil 2U	X	X	X	X	X	X
9 - Casa Rua Joaquim Custódio	X	X		X		
10 – Casa Rua Pérola Fernandes	X	X	X	X	X	X
11 – Bloco 2H	X	X			X	X
12 – Bloco 2A	X	X			X	X
13 – D.A. Agrárias	X	X	X	X	X	X
14 – Bloco 2C	X				X	X

Fonte: Autora (2022).

Os valores de umidade maiores nos grupos de tijolos maciços já eram esperados, visto que a permeabilidade deste material é conhecidamente maior que os tijolos comuns, enquanto a das massas de reboco comum é maior que ambas.

Inicialmente o objetivo do trabalho seria uma análise estatística da frequência e nível de ataque das patologias, relacionando-as com o método construtivo onde o baldrame se encontra enterrado, partindo do pressuposto de que essa ação de enterrar o baldrame faria com que a água ascendesse com muito mais facilidade na alvenaria, além de que as edificações rebocadas seriam mais afetadas por esse caminho superficial criado pela ponte definida pelo reboco que contata o piso na base da parede.

Porém, com o desenvolvimento das pesquisas, percebeu-se que pelo método de levantamento utilizado, onde foi feita a análise a partir de edifícios antigos e já muito afetados, não seria possível mensurar com precisão a dimensão dos efeitos da água da forma desejada, visto que não teríamos acesso à variáveis como a velocidade de



subida da água e as quantificações precisas das patologias em determinada área. Tais fatores só seriam observados de maneira correta caso fosse feito um experimento em laboratório, com quantidade de água e características de ambiente controladas.



7 CONCLUSÕES

Com a análise das medições feitas juntamente com a observação dos aspectos em cada uma das situações investigadas, foi possível verificar a grande incidência de patologias relacionadas com a umidade ascensional nas edificações, assim como a falta de cuidado com a impermeabilização das estruturas, sendo a maioria delas com pouco ou nenhum tipo de medida protetiva contra a umidade ascensional, ocasionando nas diversas patologias analisadas no decorrer do trabalho. Tais problemas seriam facilmente evitados com um bom planejamento e execução de um projeto de impermeabilização; como não foram feitos, os custos para reparo das consequências são altos, além de não trazerem resultados tão satisfatórios quanto a precaução traria.

Confirmou-se, também, as problemáticas referentes ao sistema de baldrame enterrados, onde por conta do contato direto do solo com as faces do baldrame, ou com o reboco sobre o baldrame, a água ascende com muito mais facilidade do solo para a alvenaria, ocasionando em uma umidade constante na base, que com o tempo acarreta os variados problemas mencionados.

Embora os edifícios analisados já sejam antigos e/ou históricos, este descuido com a impermeabilização das obras é muito atual, sendo muito comum observarmos, ainda hoje, obras de todos os tipos e tamanhos não terem os cuidados técnicos necessários à etapa de impermeabilização justificando este descuido tecnológico como forma de agilizar ou diminuir o custo total da obra, executando seus componentes sem o mínimo de cuidado com relação ao desempenho e durabilidade da edificação, mascarando os erros que só surgirão, geralmente, após algum tempo.

Conforme foi sendo desenvolvida a pesquisa bibliográfica, observou-se a deficiência de estudos brasileiros sobre o desempenho da alvenaria como um sistema ao todo, e não como elementos separados, principalmente no que tange a capacidade de estanqueidade da mesma, o que se mostra muito importante, visto que a utilização de forma equivocada deste sistema pode não trazer os benefícios de forma plena, sendo apenas um desperdício de recursos quando vistos e utilizados de forma individual e não como componentes de um sistema com objetivos definidos, neste caso o desempenho da estanqueidade da vedação.



Dessa forma, verificam-se as consequências do baldrame enterrado, quando não executados dentro da técnica, nas edificações, confirmando seus malefícios e sua constância em vários edifícios, sendo muito recorrente a aparição das patologias advindas da água ascensional por capilaridade através do baldrame nos dois modos de vedação observados, mesmo que se comportando de maneiras diferentes. Enquanto as paredes com alvenaria executadas do modo convencional tiveram valores menores de umidade, isso muito provavelmente por conta dos vazios presentes em seu interior do bloco de vedação, o que dificulta o transporte da água, elas também foram as mais afetadas pela água, possuindo uma ocorrência e nível de deterioração maiores quando relacionados com as paredes em alvenaria de blocos cerâmicos maciços. Isso só confirma o fato observado sobre a camada de reboco, além de ser mais frágil aos efeitos da umidade, servir como caminho para a água do solo, transportando-a acima da zona da parede tratada.

Embora a ideia inicial do trabalho fosse uma análise das probabilidades de ocorrência dessas patologias, conforme foram sendo feitas as medições e posteriores tentativas de análises percebeu-se que essa forma de tratamento seria mais bem feita com valores coletados em ambiente controlados, com amostras com tempo definido. Como a premissa do trabalho era utilizar edificações já afetadas e realmente construídas para utilização, as variáveis não poderiam ser medidas com precisão, além de serem inúmeros os fatores que afetam o surgimento de cada uma das patologias definidas. Deste modo, este trabalho trata apenas de uma parte de uma grande análise acerca do binômio solo-fundação, necessitando de uma continuidade investigativa, o que demandaria um intervalo de pesquisa muito maior e utilizando outros fatores avaliativos, de forma a complementar a análise in loco, podendo avaliar e quantificar melhor as velocidades, o tempo demandado para surgimento das primeiras patologias, assim como o comportamento do sistema em situações determinadas.

Dessa forma, fica como sugestão, para continuidade e complemento do presente trabalho, a realização das mesmas premissas aqui aplicadas, porém, em amostras feitas em laboratório, com quantidade de água, umidade e temperatura de ambientes controlados, além da medição quase que diária, de forma quantitativa e qualitativa, dos indícios de surgimento das anomalias, de modo que seja possível fazer uma análise estatística dos efeitos da água do solo nas edificações.



REFERÊNCIAS

- CUNHA, A. G. da; NEUMANN, W. **Manual de impermeabilização e isolamento térmico: como proteger e executar**. 5 ed. Rio de Janeiro: Texsa, 1979. 227 p.
- DEUS, Rodrigo Vinicius Souza de. **Patologias geradas por infiltrações em edificações**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário do Sul de Minas, [S. l.], 2016. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/209/1/Patologias%20geradas%20por%20infiltra%C3%A7%C3%B5es%20em%20edifica%C3%A7%C3%B5es%20parte1.pdf>.
- GUTERRES, Paulo Roberto Cabana. **Argamassas de reabilitação: Estudo da sua utilização e do seu comportamento para o tratamento e recuperação de construções afetadas por eflorescências**. Tese para obtenção do Grau de Doutor (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2016.
- HELENE, Paulo R. L.; **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1994.
- HUSSEIN, Jasmin Sadika Mohamed. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão - PR**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, [S. l.], 2013.
- KLEIN, Claudio Roberto de Moraes. **Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre**. 2002. 111 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- LIBARDI, Paulo Leonel. **Dinâmica da Água no Solo**. [S. l.: s. n.], 2005.
- OLIVEIRA, Luiz Alexandre Aquino de; NUNES, Luciana Angelica da Silva. **Estudo da infiltração por umidade ascendente em residências unifamiliares**. 2020. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em ciência e tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA, [S. l.], 2020.
- RIGHI, Geovane Venturini. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: Patologias, prevenções e correções - Análise de casos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - VERÇOZA, Ênio José. Impermeabilização na Construção. Porto Alegre: Editora Sagra, 1983., [S. l.], 2009.
- SOUZA, A. F. de, & FARIAS, B. M. de . (2022). **Impermeabilização em Vigas Baldrame: Infiltração por Capilaridade**. *Epitaya E-Books*, 1(2), 111-153. <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2022397p111>.
- SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. Monografia (Especialista em construção civil) - Escola de Engenharia da UFMG, [S. l.], 2008. Disponível em: https://minascongressos.com.br/sys/anexo_material/63.pdf. Acesso em: 23 ago. 2022.
- TETREES. **Umidade ascendente**. 2017. Disponível em: <https://tetrees.wordpress.com/2017/02/06/101/>
- VEDACIT. **Manual técnico: estruturas impermeáveis**. 6. vermelho. São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.vedacit.com.br/content/dam/vedacit/pdfs/catalogos/b2b/Manual-Tecnico.pdf.coredownload.inline.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- VERÇOZA, Ênio José. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.
- VERÇOZA, Ênio José. **Impermeabilização na Construção**. Porto Alegre: Editora Sagra, 1983.
- VERÇOZA, Ênio José. **Materiais de construção**. Porto Alegre: Editora Sagra, 1987.



VIAPOL. **Viaplus 1000**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.viapol.com.br/produtos/impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o/ciment%C3%ADcio/viaplus-1000/>. Acesso em: 18 jul. 2022.

VIEIRA, Ana Carolina Pordeus. **Estudo sobre a importância do uso de sistemas impermeabilizantes na construção civil**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário de João Pessoa, [S. l.], 2018. Disponível em: <https://bdtcc.unipe.edu.br/wp-content/uploads/2019/02/TCC-ANA-CAROLINA-2.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2022.

ANEXO A – VALORES DE UMIDADE E IMAGENS COLETADAS EM TODAS AS EDIFICAÇÕES AVALIADAS.

1. Laboratório 6R

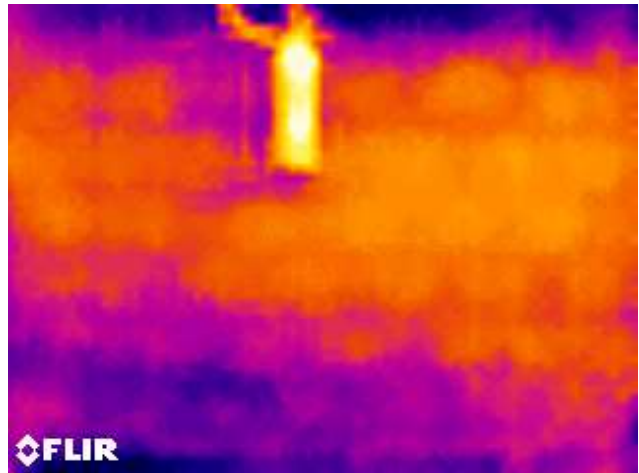


FOTO 1 - LABORATORIO 6R										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	37,2	32,8	38,7	27,8	27,6	76,1	65,3	67,8	63,2
2		28,7	65,9	28,4	20,1	23,9	26,8	57,7	73,5	69,6
3		64,5	65,9	48,6	38,8	35,3	44	78,8	73,2	69,3
1	50 CM	26,3	20,1	22,7	24,1	21	47,1	34,5	34,6	30,3
2		20,6	18,9	23	21,9	25,9	25,5	46,6	44,6	36,3
3		19,9	17,3	22,4	19,9	19,3	22,1	21,7	24,2	16,1
UMIDADE DO AR (%)		57	55,4	56,5	55,6	55	57,5	52,3	53	64
TEMPERATURA (°F)		87,3	84	93,5	82,5	86,1	84,8	85,8	81,9	73,1
TEMPERATURA (°C)		30,7	28,9	34,2	28,1	30,1	29,3	29,9	27,7	22,8

2. Self-service Xalé

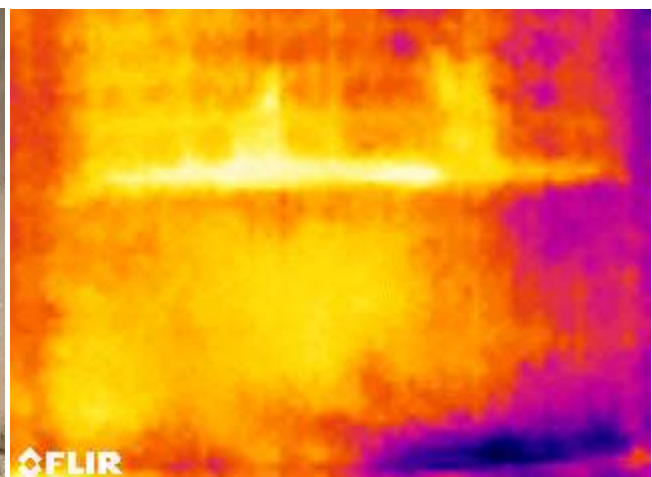


FOTO 2 - SELF SERVICE XALÉ										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	42,9	47,4	24,5	40,3	43,2	79,8	76,8	62,2	60,6
2		22	33,2	42	14,1	15,3	44,8	23,5	17,7	15,3
3		16,2	27,2	24,5	14,4	19,6	41,7	20,1	18,7	15,1
1	50 CM	17,6	20,1	23	35,1	27,7	34,3	30,2	21,3	18,1
2		20,9	24,6	31	25,4	26,9	30,1	33,4	26,9	26,4
3		8,3	12,3	21,7	19,6	15,3	20,8	21,2	21,2	19,6
UMIDADE DO AR (%)		54,3	56,7	40,4	58,7	54,8	59,3	53,5	53,5	61,5
TEMPERATURA (°F)		85,4	84,3	89,5	79,5	85,2	81,3	83,9	81,7	75,1
TEMPERATURA (°C)		29,7	29,1	31,9	26,4	29,6	27,4	28,8	27,6	23,9

3. Setor de reprografia.

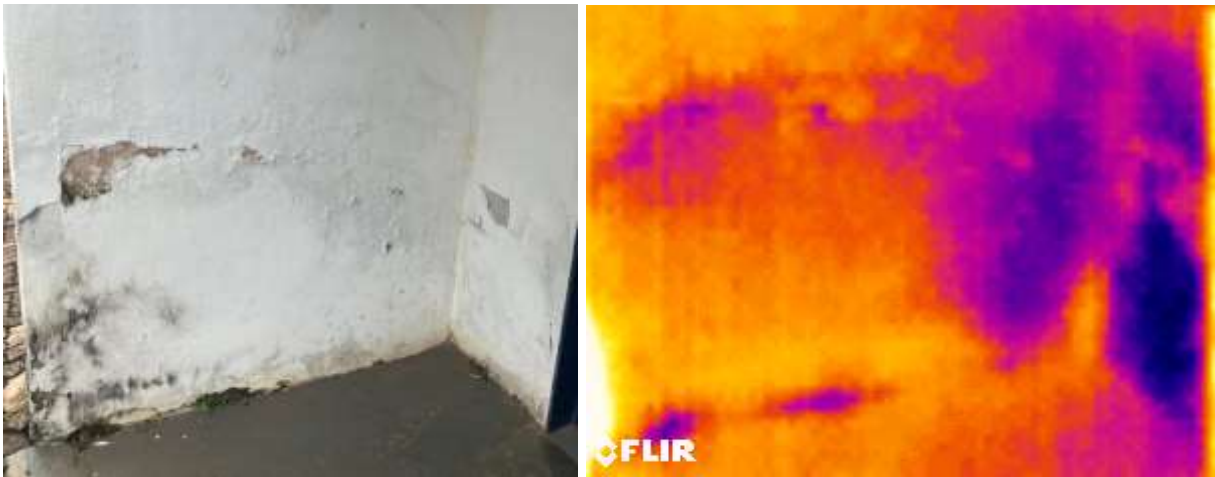


FOTO 3 - SETOR DE REPROGRAFIA										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	80,7	100	77	72,4	77,2	90,5	90,3	74,1	84,4
2		94,9	97,6	85,3	74,5	80,4	86,2	89,3	87,6	88,7
3		53,7	77,9	65,1	69,4	73,9	80,6	82,1	66,4	62,5
1	50 CM	81,1	85,5	75,6	69,1	73,1	99,3	93,7	68,5	71,3
2		80,3	90,7	62,8	75,6	77,5	78,6	83,4	70,6	74,7
3		81,4	81,9	75,6	70,4	68,3	73,2	75,3	76,2	72
UMIDADE DO AR (%)		52,3	54,8	55,4	57,9	53,5	58,1	51,9	54,1	60,2
TEMPERATURA (°F)		84,5	85,1	94,2	81,6	86,4	83,6	84,9	82,8	75,5
TEMPERATURA (°C)		29,2	29,5	34,6	27,6	30,2	28,7	29,4	28,2	24,2

4. Laboratório de morfologia.

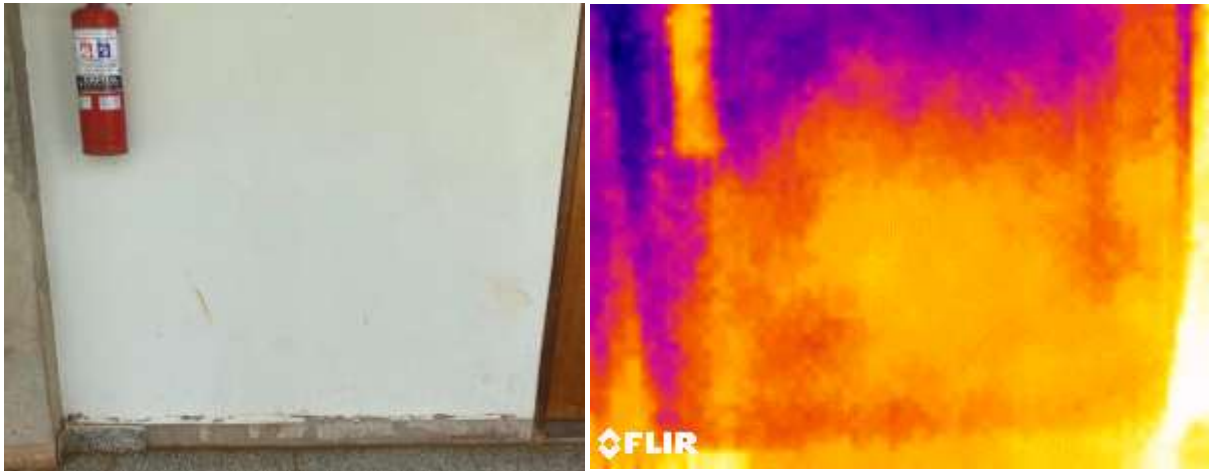


FOTO 4 - LABORATORIO DE MORFOLOGIA										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	11,9	13,5	14,4	12,5	12,7	13,1	16,2	15,5	12
2		20,4	21,6	33,7	31,4	39,4	46,3	43,9	38,9	31,2
3		35,5	34,5	47,3	42	32	33,3	31	34,3	28,2
1	50 CM	0	1,5	5,9	7,8	6,2	8,9	7,2	6,6	6,9
2		5,6	12,7	0	3,5	2	3,7	1,7	2,1	3,3
3		0,6	0,1	3,2	10,1	5,3	7,2	8,1	7,9	8,2
UMIDADE DO AR (%)		52,1	53,9	38	58,5	52,8	58,2	56,2	50,9	61,5
TEMPERATURA (°F)		84	83,1	91	80	86	81,5	84,1	81,5	74,4
TEMPERATURA (°C)		28,9	28,4	32,8	26,7	30,0	27,5	28,9	27,5	23,6

5. Bloco 4C.

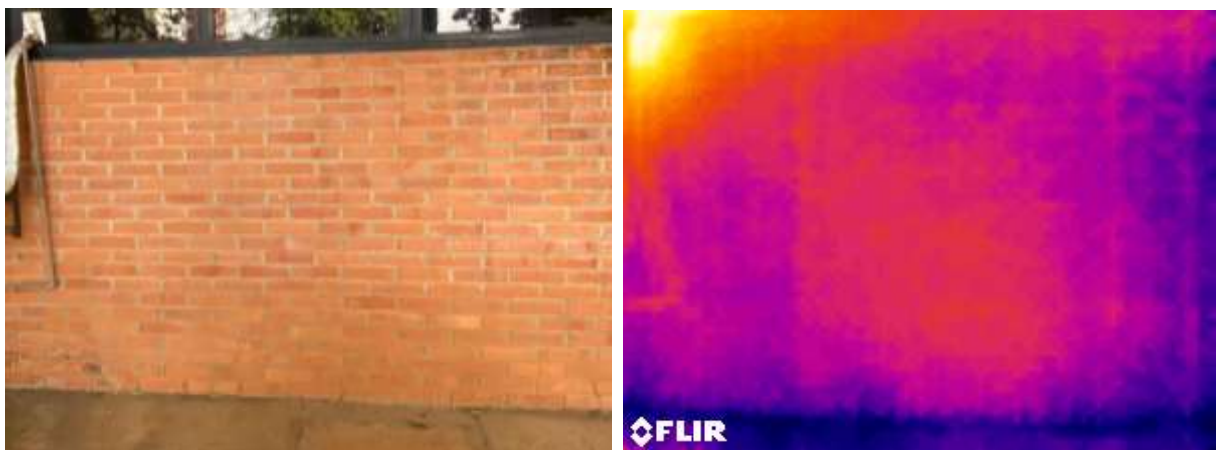


FOTO 5 - BLOCO 4C										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	13,7	12,2	11,9	14,9	20,4	40	42,6	28,9	26,8
2		14,6	0	0	0	0	13,7	6,9	8,9	0
3		81	100	97,6	89,8	87,8	90,1	100	87,9	93
1	50 CM	23,7	44,8	58,6	27,9	31	56,3	85,1	66,8	74,6
2		14,8	3,8	0	18,1	18,4	56,1	53,9	26,8	15,2
3		0	8,9	18,8	26,8	21	36,7	38,7	28,8	26,8
UMIDADE DO AR (%)		54,3	56,2	39,1	57,8	55,8	59,9	55,3	51,3	59,7
TEMPERATURA (°F)		84,3	83,7	91,2	81,1	85,4	81,9	84,2	81,1	75,2
TEMPERATURA (°C)		29,1	28,7	32,9	29,7	29,7	27,7	29,0	27,3	24,0

6. Estufa 4N

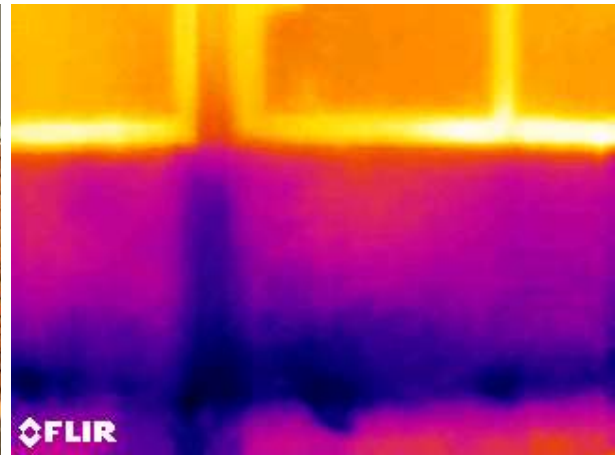


FOTO 6 - ESTUFA 4N										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	95	100	100	94,8	81	100	92,1	96,1	92,3
2		40,8	100	47,4	96,3	92,9	92,5	82,9	100	99,5
3		92,4	100	55,3	79,2	85,9	76,4	74,9	63,4	57,1
1	50 CM	21,6	56,3	8,6	13,8	8,6	70,6	43,2	22,6	15,5
2		95,6	100	100	64,7	89	63,2	85,3	87	89,7
3		9	85,3	52,9	32,1	80,6	30,2	60,1	52,7	63,2
UMIDADE DO AR (%)		55,4	56,6	41,5	57,9	55,2	60,2	50,3	54,2	60,7
TEMPERATURA (°F)		82,7	83,6	86,9	80,4	88	83,1	88,5	80,6	75,8
TEMPERATURA (°C)		28,2	28,7	30,5	26,9	31,1	28,4	31,4	27,0	24,3

7. Auditório 8C.

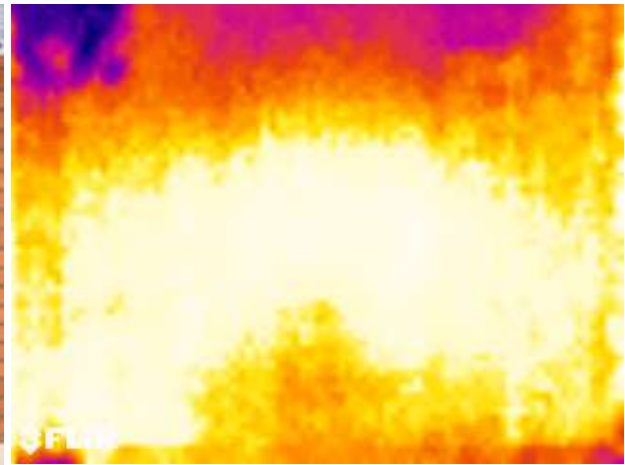


FOTO 7 - AUDITÓRIO 8C

PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	45,9	10,8	15,6	21	20,7	49	51,7	66,4	77,7
2		90	45,1	53,7	46,1	46,1	63,3	62,8	78,9	87,4
3		83,2	79,3	76,3	63,1	70,3	75	84,6	78,3	77,8
1	50 CM	16,8	5,2	6,4	21,2	18,2	23,1	34,6	30,1	37,3
2		15,5	11	6	9,2	6,7	22,7	24,4	18,4	18,8
3		19,8	17,4	10,6	15,2	18,1	34,1	41,9	33,2	27,1
UMIDADE DO AR (%)		51,3	52,8	41,2	54,3	54,6	57,7	53,6	50,3	61,9
TEMPERATURA (°F)		81,2	82,9	88,4	82,6	85,2	81,4	84,6	82,1	72,5
TEMPERATURA (°C)		27,3	28,3	31,3	28,1	29,6	27,4	29,2	27,8	22,5

8. Bloco 2U – Banco do Brasil.

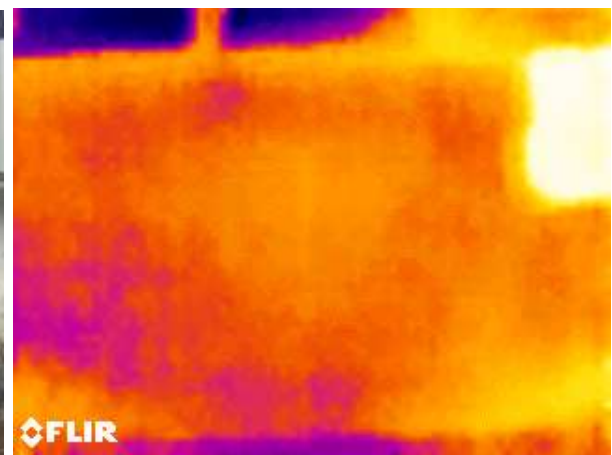


FOTO 8 - BANCO DO BRASIL 2U										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	77	50	43,6	26,7	26,7	86,5	79,1	71	70,3
2		68,4	66,1	63,6	58,3	54,6	79,5	70,5	72,6	69,2
2*		22,5	19,5	26	24,5	24,3	56,9	29,3	28,5	26,8
3		83,2	74,2	48	38,5	36,7	65	79,8	75,3	68,5
3*		25,8	23,3	25,3	22,7	19,8	42,2	26,8	29,1	22,9
1	50 CM	17,4	79,2	27,8	22,7	19,1	40,4	45,3	33,1	30,8
2		14	16	21,6	20,4	19,9	24,4	20,2	20,3	18,8
3		15,6	10,3	20,4	19,6	17,9	22	17,6	21,6	19,9
UMIDADE DO AR (%)		51	53,4	43,3	54,2	54,3	61,9	55,3	50,8	63,8
TEMPERATURA (°F)		82,5	83,9	88,9	82,8	85,7	80,8	84,3	81,5	71,5
TEMPERATURA (°C)		28,1	28,8	31,6	28,2	29,8	27,1	29,1	27,5	21,9

*Pontos medidos acima da trinca.

9. Casa na R. Joaquim Custódio



FOTO 9 - CASA RUA JOAQUIM CUSTODIO										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	97	87,5	84,8	86,6	81,9	83	83,2	89,6	93
2		94,3	88,9	81,5	71,3	67,7	78,7	80,8	82,2	84,5
3		81	68,5	58,9	64,7	73,6	72,3	76,7	69,6	74
1	50 CM	28	90,4	30,1	35	33,1	40,8	94	90,3	88,9
2		28,4	97,3	86,9	31,7	30,1	35,3	89	81,8	91,3
3		43,1	89,2	78,7	47,9	52,8	67,5	75,1	73,4	81,3
UMIDADE DO AR (%)		40,1	41,3	35,5	35,1	35,5	50,8	58,5	64,3	61,9
TEMPERATURA (°F)		91,5	91,2	93,8	93,6	93,6	81,3	86,2	77,5	77,5
TEMPERATURA (°C)		33,1	32,9	34,3	34,2	34,2	27,4	30,1	25,3	25,3

10. Casa na R. Pérola Fernandes Carrijo.

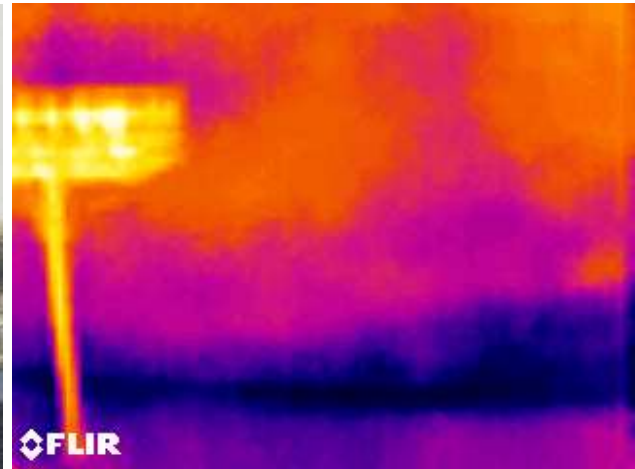


FOTO 10 - CASA RUA PEROLA FERNANDES CARRIJO										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	31,6	63,6	47,5	40,7	45	65,4	91	74,7	80,9
2		80,6	78,3	73,7	70,2	73,4	90,4	91,3	76,7	89,5
3		73,8	83	83,2	71	74,2	83,2	94	90,2	91,2
1	50 CM	21,2	20,1	26,5	27,5	23,88	26,1	46,2	53,7	55,6
2		22,5	79,5	50,7	41,8	42,6	64,6	84,9	56,7	87,3
3		22,8	26,3	14	13,5	19,7	14,7	11,3	15,2	20,7
UMIDADE DO AR (%)		42,3	45,3	33,8	38,4	45,2	61,7	66,7	60,1	j
TEMPERATURA (°F)		87,9	88,3	97	96,4	92,8	82,1	81,6	79,9	75,1
TEMPERATURA (°C)		31,1	31,3	36,1	35,8	33,8	27,8	27,6	26,6	23,9

11. Bloco 2H.

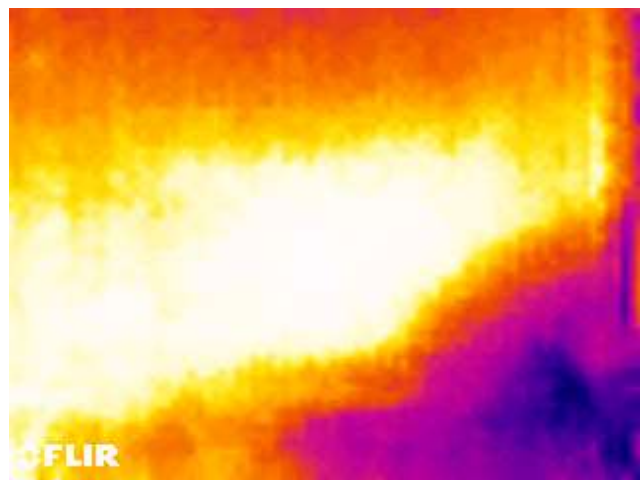


FOTO 11 - BLOCO 2H										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	90,5	94,1	70,7	85,2	88,3	73,7	88,3	88,2	80,3
2		65,4	74,3	56	52,6	54,3	58	65,2	63,6	55,8
3		89,5	100	72	93	78,4	78,6	80,7	79,8	79,7
1	50 CM	8,9	12,4	10,1	16,8	7	23,7	25,5	21,1	18,2
2		0	0	9,3	0	3	17,4	18,6	20,8	15,8
3		93,4	100	98,6	91,2	97,9	97,8	86	90,6	90,3
UMIDADE DO AR (%)		53,2	58,2	43,1	56,3	59,3	58,2	54,6	55,6	63,6
TEMPERATURA (°F)		82	83,1	90,5	80,7	82,2	83,1	84,5	81,5	73,6
TEMPERATURA (°C)		27,8	28,4	32,5	27,1	27,9	28,4	29,2	27,5	23,1

12. Bloco 2A.

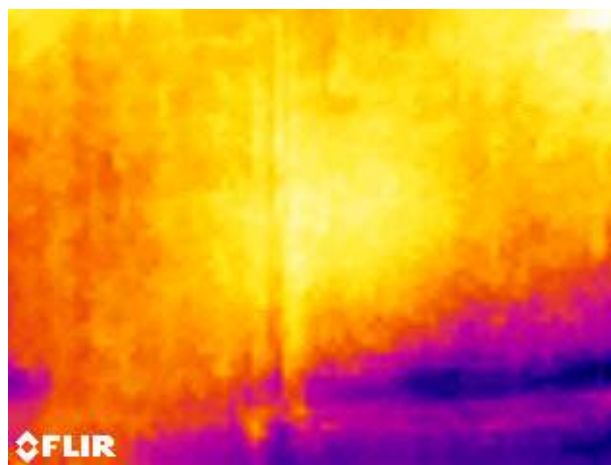


FOTO 12 - BLOCO 2A										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	89,3	100	78,2	78,5	88,2	86,1	85,6	81,8	79,5
2		93	100	87,2	88,3	95,2	79,8	77,9	74,3	75,9
3		91,4	100	84,2	87,9	93,6	84,5	75,7	68,6	79,1
1	50 CM	0,4	0	1,7	0	0,1	13,8	7,9	7,1	8,1
2		45,7	55,4	35,3	36,9	46,1	59,5	50,3	39	41,3
3		48,7	50,4	27,1	26,1	35,7	50,9	42,3	30,1	28
UMIDADE DO AR (%)		51,6	57	37,5	57,1	58,6	65,3	57,4	52,7	63,2
TEMPERATURA (°F)		82,6	83,5	91,3	81,3	84	80,2	83,3	83,3	73,7
TEMPERATURA (°C)		28,1	28,6	32,9	27,4	28,9	26,8	28,5	28,5	23,2

13. D.A. Agrárias.

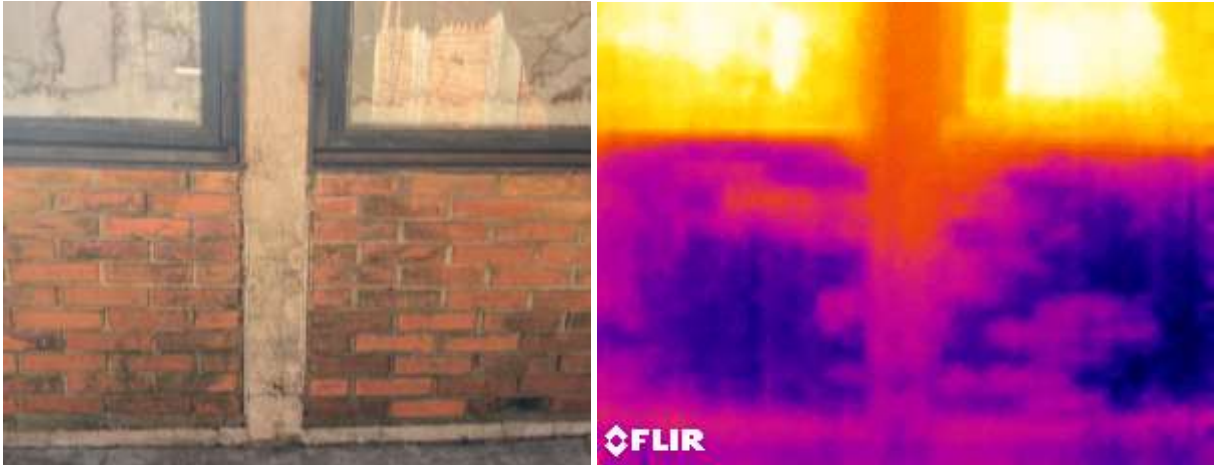


FOTO 13 - DA AGRARIAS										
PONTOS	ALTURA	UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO								
		1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA	6° DIA	7° DIA	8° DIA	9° DIA
1	10 CM	91,7	100	82,2	82,9	85,1	80	70,1	87,4	86,9
2		96,3	100	94,2	87,6	83,2	89,5	86,5	89,8	91,5
3		76,7	75,4	86,5	75,5	78	89,9	83,8	86,5	88,4
1	50 CM	84,3	89,7	83,1	76,4	80,7	88,8	85,3	90,1	91,2
2		89,1	91,5	95,1	94,2	92,2	88,5	82	83,4	78,4
3		69,2	65,1	72,9	91,4	77,9	82,4	77,9	69,7	64,5
UMIDADE DO AR (%)		50,4	53,7	41,6	57,7	58,3	64,4	61,2	53,5	64,1
TEMPERATURA (°F)		84,2	83,6	88	81,3	83,6	80,5	83,7	81,3	74,6
TEMPERATURA (°C)		29,0	28,7	31,1	27,4	28,7	26,9	28,7	27,4	23,7

14. Bloco 2C

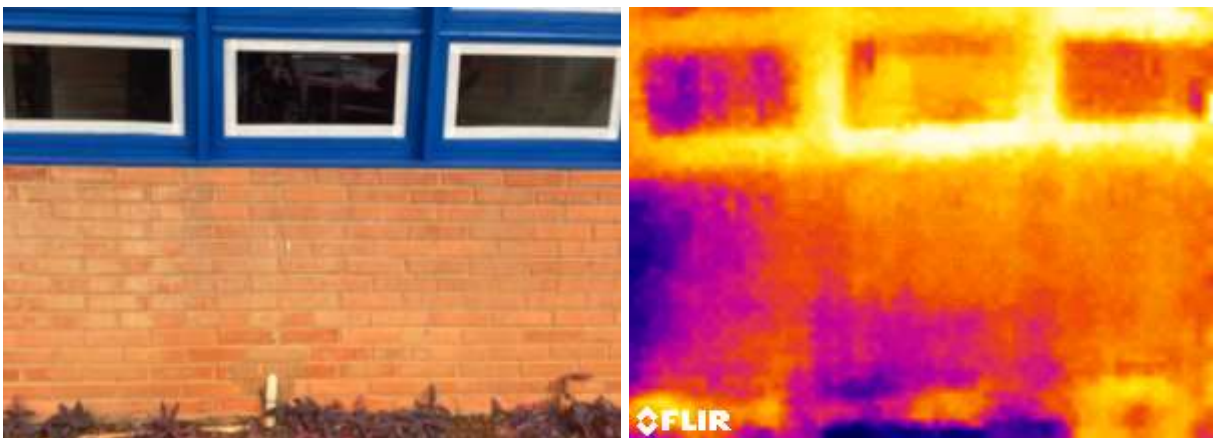




FOTO 14 - BLOCO 2C										
<i>PONTOS</i>	<i>ALTURA</i>	<i>UMIDADE LOCAL (%) - MÉTODO SEM PINO</i>								
		<i>1° DIA</i>	<i>2° DIA</i>	<i>3° DIA</i>	<i>4° DIA</i>	<i>5° DIA</i>	<i>6° DIA</i>	<i>7° DIA</i>	<i>8° DIA</i>	<i>9° DIA</i>
1	10 CM	64,2	70,3	67,2	89,5	87,2	90,5	91,6	85,5	85,1
2		69,3	74,2	70,4	89,2	92,8	92,1	96,2	93,6	88,1
3		38,1	40,3	37,8	37,4	39,6	49,3	53,2	48,9	45,3
1	50 CM	19,3	26,8	25,5	26,4	21,9	44,2	40,9	31,7	34,4
2		25,4	27,8	26,5	27,9	26,3	45,8	43	34	33,4
3		43,1	44,5	43,8	46,9	45,7	58	58,6	52,6	47,6
UMIDADE DO AR (%)		51	54,5	42,3	57,5	55,7	59,6	50,6	55,7	59,2
TEMPERATURA (°F)		85,3	84,6	88	80,4	84,7	82,2	85,2	80,5	76
TEMPERATURA (°C)		29,6	29,2	31,1	26,9	29,3	27,9	29,6	26,9	24,4