



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA
CENTRO DAS CIÊNCIAS EXATAS E DAS TECNOLOGIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

GERVÁSIO FERREIRA ALVES FILHO

ANÁLISE COMPARATIVA DAS TÉCNICAS DE GRAVIMETRIA E TERMOGRAFIA
INFRAVERMELHA NA AVALIAÇÃO DE UMIDADE ASCENCIONAL NA
ALVENARIA

BARREIRAS – BAHIA

2025

GERVÁSIO FERREIRA ALVES FILHO

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS TÉCNICAS DE GRAVIMETRIA E TERMOGRAFIA
INFRAVERMELHA NA AVALIAÇÃO DE UMIDADE ASCENCIONAL NA
ALVENARIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil na Universidade Federal do Oeste da Bahia como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro Civil

Orientador: Prof. DSc. Elier Pavón de La Fe

BARREIRAS – BAHIA

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

A474 Alves Filho, Gervásio Ferreira.

Análise comparativa das técnicas de gravimetria e termografia infravermelha na avaliação de umidade ascensional na alvenaria. / Gervásio Ferreira Alves Filho. – 2025.

120f.

Orientador: Prof. DSc. Elier Pavón De La Fé.

Monografia (Graduação) – Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Oeste da Bahia. Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias. Barreiras, BA, 2025.

1. Umidade ascensional. 2. Gravimetria. 3. Termografia. 4. Parede. 5. Termograma. I. Elier Pavón De La Fé. II. Universidade Federal do Oeste da Bahia - Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias. III. Título.

CDD 624

GERVÁSIO FERREIRA ALVES FILHO

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS TÉCNICAS DE GRAVIMETRIA E TERMOGRAFIA
INFRAVERMELHA NA AVALIAÇÃO DE UMIDADE ASCENCIONAL NA
ALVENARIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil na Universidade Federal do Oeste da Bahia como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro Civil

Aprovado em 11 de fevereiro de 2025.

Banca Examinadora

Orientador:



Prof. D.Sc. Elier Pavón de la Fé
Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB)

Prof. D.Sc. Kuelson Randello Dantas Maciel
Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB)

Prof.^a D^a.Sc. Maria Cláudia de Freitas Salomão
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Dedico a você, que quando criança se sentia o rei do mundo e, ao crescer, sente-se cada vez menor. Sua grandeza ainda está aí - só precisa se lembrar.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à vida, ao destino, ao acaso ou simplesmente a Deus, por me dar a oportunidade de chegar até aqui, capacitado, com saúde e certo de que esta é apenas mais uma etapa de muitas que ainda virão. Sou grato pela proteção e pelas pessoas colocadas em meu caminho, que me ajudaram a trilhar esta trajetória e a moldar o Gervásio de hoje, por isso, sou grato também a ele, e admiro sua persistência.

À minha mãe, Elenir, meu exemplo de força, resiliência e zelo, agradeço por todo o incentivo para que eu recebesse uma boa educação desde pequeno e pela demonstração de cuidado com aqueles que amamos. Ao meu pai, Gervásio, que, não ironicamente, sempre vi como um espelho do que eu deveria ser, sou grato por todo o apoio na minha criação e por sempre me ouvir quando eu precisava. Quero muito recompensar todo o esforço de vocês dois.

À minha irmã Gervana, que sempre deixou pegadas para facilitar meu caminho, obrigado por todo apoio e incentivo durante minha graduação, você foi um dos meus principais pilares nos últimos anos. À minha irmã Gisele, por representar uma parte mais leve e descontraída desse período, agradeço pela companhia, pelas conversas e por sempre me entender melhor. Sou grato por essa irmandade, e saibam que podem contar comigo também.

Aos membros da minha família que torceram e me ajudaram de alguma forma ao longo desse tempo, cada gesto, por menor que fosse, contribuiu para que este futuro engenheiro chegasse até aqui.

Aos meus amigos, que sempre me compreenderam e preencheram esses anos com momentos de companheirismo e afeto: seja um consolo por uma nota baixa, uma rodada de salgados de dois reais, uma sessão de filmes para descontrair, uma noite de jogos, um apoio para um braço quebrado ou mesmo um ótimo lanche durante uma febre de 40°C. Tudo isso fez essa conquista valer a pena.

À Luiza, por ser sinônimo de parceria, obrigado por toda a ajuda, pelas conversas e pelo crescimento que isso representou para nós dois. Ao Abel, minha fiel dupla durante boa parte da graduação, obrigado por deixar tudo mais leve e descontraído. À Beatriz Oliveira, por sempre representar um ponto de carinho, agradeço por toda atenção. À Beatriz Alves, por essa presença incrível, obrigado por todas as risadas e pela sagacidade adquirida.

Ao meu orientador, Elier, obrigado por me acompanhar nesse período, por acreditar no meu potencial e por todo tempo, esforço e direcionamento investidos.

Aos professores Kuelson Randello Maciel e Maria Cláudia Salomão, sou grato por aceitarem participar da banca avaliadora e por todo o conhecimento expansivo transmitido ao longo dessa jornada.

Ao Centro de Ciências Exatas e Tecnologias, obrigado por oferecer o ambiente e os recursos necessários para a condução desta pesquisa. Aos colaboradores envolvidos, em especial à Núbia, obrigado pela companhia e por acreditar em mim.

À Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), obrigado por me permitir escrever minha história neste campus e por proporcionar que essa graduação fosse iniciada e concluída com excelência em um lugar que é fruto da minha região da Bahia, a qual tenho orgulho de pertencer.

Às pessoas que cruzaram meu caminho por acaso e acabaram fazendo parte da construção deste trabalho, ajudando a compor essa grande sinfonia em que o Gervásio de 2019 ainda era um maestro atrapalhado, sou grato por permitirem que ele entregasse sua obra no tempo, no ritmo, na harmonia e no ton certos.

Por fim, a todos que, de alguma forma, fizeram parte deste caminho, minha eterna gratidão.

**“A gente não é o que a gente quer ser, a
gente é o que consegue ser”**

Deborah Secco

RESUMO

O diagnóstico patológico na construção civil tornou-se cada vez mais relevante devido à crescente inadequação de edificações aos princípios construtivos. Dentre os problemas que comprometem a durabilidade e o desempenho, a umidade se destaca pelo alto potencial deteriorante; Dessa forma, é importante compreender seus mecanismos de entrada e movimentação para avaliar os fatores que favorecem sua absorção e os impactos ao longo do tempo. Este trabalho investiga essa problemática aplicada ao sistema de vedação vertical, analisando a umidade ascensional em paredes de alvenaria, compostas por blocos cerâmicos e de concreto revestidos e com e sem a presença de impermeabilizante. As propriedades mais relevantes desses materiais são avaliadas de forma comparativa para compreender seu comportamento frente à capilaridade. A metodologia empregada combina duas técnicas de diagnóstico complementar: gravimetria e termografia infravermelha. Os ensaios foram realizados em amostras de pequenos elementos de alvenaria, submetidos a um teste de capilaridade (com base nas NBR 15259, 2005 e NBR 9779, 2012), e que em seguida têm seus pesos e termogramas aferidos a 10 e 90 minutos de contato com a água. Esses testes permitiram obter dados qualitativos e quantitativos a respeito do fenômeno e os resultados dessas análises possibilitaram mostrar a interação entre os diferentes materiais e influência do impermeabilizante, ressaltando o alcance que a termografia permite visualizar e a robustez que os dados gravimétricos oferecem. Além disso, foi possível apontar uma relação direta entre a captura de termogramas e os índices de absorção, o que mostra que a combinação de formas diferentes de avaliação oferece uma melhor caracterização da manifestação.

Palavras-chave: umidade ascensional; gravimetria; termografia; parede; termograma; capilaridade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Altura da ascensão capilar da água entre duas superfícies	31
Figura 2 - Infiltração por capilaridade.....	31
Figura 3 - Mancha de umidade ascensional presente em parede de SRA com manifestação de bolhas e deslocamentos.....	32
Figura 4 - Mancha de umidade ascensional em parede de SRA com manifestação de mofo .	32
Figura 5 - Ascensão da água pelas juntas da argamassa, vista frontal	33
Figura 6 - Ascensão da água pela alvenaria, vista transversal.....	33
Figura 7 - Variação do teor de umidade em paredes de espessuras diferentes e ao longo da secção transversal	36
Figura 8 - Umidade ascensional com presença de deslocamento próximo ao rodapé da parede	37
Figura 9 - Umidade ascensional com presença de bolhas no revestimento	37
Figura 10 - Umidade ascensional com presença de mofo no revestimento.....	38
Figura 11 - Protótipos de parede submetidos a ensaio de capilaridade.....	39
Figura 12 - Protótipo de parede após ser submetido ao ensaio gravimétrico com retirada de amostras.....	40
Figura 13 - Higrômetro.....	43
Figura 14 - 'Medidor de umidade para concreto e argamassa'	43
Figura 15 - Termograma gerado em uma avaliação de estação de energia elétrica	44
Figura 16 - Comparação entre fenômeno da umidade capilar visto do termograma (a) e a olho nu (b)	46
Figura 17 - Protótipos de parede sob ensaio de umidade ascensional.....	46
Figura 18 - Comparação entre imagem visível (a) e imagem térmica (b) da parede durante o experimento.....	49
Figura 19 - Fluxograma proposto para o programa experimental	49
Figura 20 - Produção de argamassa para revestimento: (a) durante mistura; (b) finalizada ...	51
Figura 21 - (a) Molde a ser utilizado; (b) Bloco cerâmico encaixado no molde.....	51
Figura 22 - (a) Estrutura de lançamento de argamassa a ser utilizada; (b) Bloco posicionado na estrutura.....	51
Figura 23 - (a) Espalhamento da argamassa; (b) Sarrafeamento concluído.....	51
Figura 24 - (a) Blocos logo após serem revestidos; (b) Blocos logo após cura submersa	53

Figura 25 - (a) Aplicação do impermeabilizante; (b) Metade da amostra com impermeabilizante aplicado.....	54
Figura 26 - Modelo da câmera infravermelha a ser utilizada, (a) visão traseira; (b) visão de perfil)	55
Figura 27 - Mancha de umidade presente nos blocos após serem ensaiados	56
Figura 28 - Bandeja com apoios posicionados	57
Figura 29 - Ilustração que indica posição do bloco dentro da bandeja	57
Figura 30 - Posicionamento dos elementos para captura de termogramas.....	58
Figura 31 - Bloco monitorado durante execução do ensaio de capilaridade.....	59
Figura 32 - BCS e BCC durante ensaio.....	60
Figura 33 - BCrS e BCrC durante ensaio	60
Figura 34 - Aferição de peso do bloco.....	60
Figura 35 - Aferição da altura da mancha de umidade no bloco com régua.....	61
Figura 36 - Aferição de imagem termográfica no bloco.....	61
Figura 37 - Processo de tratamento de termograma: (a) antes; (b) depois	62
Figura 38 - Procedimento para cálculo do delta-T em cada bloco	63
Figura 39 - Resultados da absorção dos blocos para cada configuração e cada tempo de ensaio.	64
Figura 40 - Resultados da ascendência entre 10 e 90 minutos para cada tipo de bloco.	65
Figura 41 - Termogramas para bloco cerâmico sem impermeabilizante, vistas frontal e lat. esquerda.....	67
Figura 42 - Termogramas para blocos cerâmicos com impermeabilizante - vistas frontal e lat. esquerda.....	67
Figura 43 - Termogramas para blocos de concreto sem impermeabilizante - vistas frontal e lat. esquerda.....	68
Figura 44 - Termogramas para blocos de concreto com impermeabilizante - vistas frontal e lat. esquerda.....	69
Figura 45 - Progressão da frente úmida na seção transversal.: (a) para BCS; (b) para BCC..	69
Figura 46 - Progressão da frente úmida na seção transversal para o: (a) BCrS (b) BCrC	70
Figura 47 - Divisão da fotográfica em vista termográfica e digital para: (a) bloco cerâmico; (b) bloco de concreto.....	70
Figura 48 - BCS: Evolução mancha de umidade com registro de alturas analógicas	71
Figura 49 - BCC: Evolução mancha de umidade com registro de alturas analógicas.....	72

Figura 50 - BCrS: Evolução mancha de umidade com registro de alturas analógicas.....	73
Figura 51 - BCrC: Evolução mancha de umidade com registro de alturas analógicas	73
Figura 52 - Tipos de blocos com suas respectivas absorções.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço e camada única....	26
Tabela 2 - Coeficiente de absorção de água por capilaridade.....	27
Tabela 3 - Compilado de resultados encontrados para análise de umidade no protótipo de parede de bloco de concreto	41
Tabela 4 - Resultado das variações médias de temperatura encontradas para os blocos.....	74
Tabela 5 - BCS: Comparação entre variação térmica e ascensão de mancha capilar.....	75
Tabela 6 - BCC: Comparação entre variação térmica e ascensão de mancha capilar	75
Tabela 7 - BCrS: Comparação entre variação térmica e ascensão de mancha capilar	75
Tabela 8 - BCrC: Comparação entre variação térmica e ascensão de mancha capilar	75
Tabela 9 - Comparação entre variação térmica e índice de absorção dos blocos cerâmicos ..	78
Tabela 10 - Comparação entre variação térmica e índice de absorção dos blocos de concreto	78
Tabela 11 - Acompanhamento dos pesos dos blocos tipo BCS durante o ensaio	91
Tabela 12 - Cálculo de absorção de capilaridade do bloco tipo BCS.....	91
Tabela 13 - Acompanhamento dos pesos dos blocos tipo BCC durante o ensaio	91
Tabela 14 - Cálculo de absorção do bloco tipo BCC.....	91
Tabela 15 - Acompanhamento dos pesos dos blocos tipo BCrS durante o ensaio.....	91
Tabela 16 - Cálculo de absorção do bloco tipo BCrS	92
Tabela 17 - Acompanhamento dos pesos dos blocos tipo BCrC durante o ensaio	92
Tabela 18 - Cálculo de absorção do bloco tipo BCrC.....	92
Tabela 19 - Registros das alturas dos blocos tipo BCS.....	93
Tabela 20 - Registros das alturas dos blocos tipo BCC	93
Tabela 21 - Registros das alturas dos blocos tipo BCrS	93
Tabela 22 - Registros das alturas dos blocos tipo BCrC.....	93
Tabela 23 - Registros das temperaturas para os blocos tipo BCS.....	94
Tabela 24 - Registros das temperaturas para os blocos tipo BCC	94
Tabela 25 - Registros das temperaturas para os blocos tipo BCrS	94
Tabela 26 - Registros das temperaturas para os blocos tipo BCrC.....	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fatores que afetam a progressão da frente úmida	34
Quadro 2 - Relação dos blocos analisados e suas variações	54
Quadro 3 - Especificações técnicas da câmera termográfica infravermelha Hikmicro G41 ..	56
Quadro 4 - Parâmetros aplicados para o ensaio	58

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
cm	Centímetros
dm	Decmetros
fck	Resistência característica do concreto (Feature Compression Know)
g	Gramas
h	Horas
m	Metros
min	Minutos
MPa	Megapascoal
SRA	Sistema de Revestimento Argamassado
SVV	Sistema de Vedaco Vertical
C	Graus Celsius

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Justificativa	17
1.2	Objetivo	17
1.2.1	Objetivo geral	17
1.2.2	Objetivos específicos	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	Sistema de Vedação Vertical	19
2.1.1	Alvenaria	20
2.1.2	Revestimento argamassado	24
2.2	Umidade	28
2.2.1	Umidade Ascensional	30
2.3	Técnicas de Inspeção	38
2.3.1	Técnicas destrutivas	39
2.3.2	Técnicas não destrutivas	41
3	MATERIAIS E MÉTODOS	48
3.1	Materiais utilizados	49
3.1.1	Blocos de Alvenaria	49
3.1.2	Argamassa de Revestimento	50
3.2	Confecção da amostra	51
3.3	Descrição dos aparelhos utilizados	55
3.4	Experimento	56
3.5	Processamento de dados	61
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	64
4.1	Avaliação por gravimetria	64
4.2	Avaliação por termografia infravermelha	65
4.3	Comparação entre gravimetria e termografia	76
5	CONCLUSÃO	80
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	82
	REFERÊNCIAS	83
	APÊNDICE A – DADOS GRAVIMÉTRICOS DO ENSAIO DE CAPILARIDADE	91
	APÊNDICE B – DADOS DAS ALTURAS MEDIDAS NA RÉGUA	93
	APÊNDICE C – DADOS PARA CÁLCULO DO DELTA-T	94
	APÊNDICE D – DADOS TERMOGRÁFICOS DOS BLOCOS	96
	APÊNDICE E – DADOS TERMOGRÁFICOS DE COMPARAÇÃO	117

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das práticas mais antigas da humanidade, inicialmente voltada para atender necessidades básicas, sem preocupações técnicas. Contudo, com as transformações ao longo dos séculos, tornou-se essencial qualificar os processos construtivos, promovendo mudanças profundas na engenharia civil, que passou a considerar uma gama cada vez maior de fatores ao projetar edificações (Côrrea, 2009; Unit, 2019).

Esse avanço foi impulsionado pelo desenvolvimento tecnológico e pelo crescimento da responsabilidade na construção, o que não restringiu o setor, mas ampliou suas subáreas para atender novas demandas. Embora surjam constantemente novos materiais e técnicas, as edificações possuem vida útil prolongada, tornando indispensável a atenção à manutenção e à identificação de problemas estruturais (Côrrea, 2009; Unit, 2019).

Dentre as diversas manifestações patológicas que afetam as construções, a umidade se destaca como um dos principais fatores de degradação, especialmente em edificações com impermeabilização inadequada ou mal executada (Salomão, 2012). Um tipo comum é a umidade ascensional, proveniente do solo e responsável por infiltrar nas paredes, formando manchas na base dos elementos. Se não tratada, essa condição pode evoluir para patologias mais severas, como bolor, mofo, eflorescências, fissuras e trincas, tornando essencial sua identificação e correto tratamento (Exterckoetter; Zancan, 2018; Montecielo, 2016).

Nesse contexto, o diagnóstico patológico na construção civil tornou-se fundamental para identificar as origens da umidade, analisar seus mecanismos e definir as melhores estratégias de reparo. Os métodos utilizados variam desde técnicas tradicionais até análises sofisticadas com equipamentos avançados (Rodrigues, 2014).

A gravimetria é uma das técnicas mais simples, baseada na determinação do teor de umidade por meio do peso de amostras retiradas da parede. Já a termografia infravermelha representa uma abordagem moderna e não invasiva, que utiliza câmeras termográficas para captar variações térmicas associadas à presença de umidade, permitindo uma análise precisa sem a necessidade de remoção de material (Bertolini, 2010; Freitas; Carasek; Cascudo, 2014).

Apesar dos avanços, o diagnóstico patológico ainda se encontra em processo de consolidação, tornando indispensáveis estudos que avaliem a eficácia dessas tecnologias, comparem diferentes métodos e aprimorem as técnicas existentes para garantir maior confiabilidade na identificação e no tratamento das manifestações patológicas.

1.1 Justificativa

A partir do panorama observado, é possível dizer que a análise da presença de umidade em uma edificação é de extrema importância, visto o fator deteriorante que a água pode vir a se tornar aos elementos de uma edificação. Além de ocasionar manchas escuras nas paredes e no teto, ela representa uma porta de entrada para outras manifestações patológicas que podem diminuir aceleradamente o tempo de vida útil de uma construção, sem o devido reparo (Queruz, 2007).

Souza (2023) apresenta uma série de patologias catalogadas em um bairro residencial de Barreiras-BA, principalmente eflorescências, e atribui o diagnóstico de boa parte delas à infiltração de água advinda de jardins das casas. À vista disso, este estudo se faz importante ao simular um fenômeno extremamente comum nas edificações construídas que não foram impermeabilizadas previamente. E uma vez presente, a resolução desse problema se torna complexa, seja pela pouca visualização do fenômeno em seus estágios iniciais ou em revestimento cerâmicos, pela dificuldade de localizar a fonte do problema ou pelos trabalhosos serviços de tratamento a serem desempenhados (Rodrigues, 2014; Santos, 2018).

Com isso em mente, o estudo é motivado pela possibilidade de traçar uma linha de correspondência entre o método da gravimetria, um método de caráter destrutivo, e o da termografia por infravermelho, que é mais aprimorado por não ter contato com o elemento, mas que ainda não tem seu potencial aproveitado ao máximo. Por conta disso, a disponibilidade do aparelho termográfico permite que, uma vez que essa eficiência seja verificada, é possível estender a aplicação da tecnologia a mais elementos e assim, aumentar a quantidade de avaliações feitas na cidade de Barreiras-BA e região, que hoje carecem de exemplos representativos.

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo geral

Através deste trabalho, pretende-se avaliar, através das técnicas de gravimetria e termografia infravermelha, o fenômeno da umidade ascensional em elementos de alvenaria.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a umidade ascensional por gravimetria em blocos cerâmicos e de concreto revestidos com argamassa, com e sem impermeabilizante;

- Avaliar a umidade ascensional por termografia infravermelha em blocos cerâmicos e de concreto revestidos com argamassa, com e sem impermeabilizante;
- Determinar influência do tipo de bloco e da presença do impermeabilizante na avaliação da umidade ascensional por duas técnicas;
- Levantar hipóteses do fenômeno através da comparação dos métodos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo será apresentado o embasamento de literatura utilizado para compor a base da metodologia. É dividido em três partes: a alvenaria e sistema de revestimento argamassado (insumo estudado); a umidade (fenômeno avaliado); e técnicas de inspeção (ferramenta de avaliação).

2.1 Sistema de Vedação Vertical

Numa edificação, o sistema de vedação vertical (SVV) é o conjunto de elementos que limitam verticalmente a construção e dividem os ambientes por fachadas ou paredes ou divisórias internas, conforme afirma a NBR 15575: Edificações Habitacionais - Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE (ABNT, 2021).

O SVV desempenha diversas funções em uma construção, como a de controlar a ação de agentes indesejáveis do meio externo e proporcionar maior conforto ao usuário. Para estabelecimento dessas funções, a NBR 15575:4 (ABNT, 2021) apresenta os requisitos e critérios para garantir o desempenho durante a utilização e em análise conjunta dos outros elementos da edificação. Eles abarcam várias perspectivas do elemento, como: a estrutural, verificando a estabilidade, resistência, deslocamento, solicitações de cargas; a segurança contra incêndio, verificando a dificuldade de inflamação generalizada; e a de estanqueidade, verificando a infiltração de água nas fachadas e a presença de umidade nas vedações verticais internas e externas (ABNT, 2021).

Uma das principais formas que o SVV se apresenta é por meio das paredes de alvenaria, elementos geralmente são formados pela conjunção das unidades componentes, como blocos ou tijolos, e o elemento de ligação deles, a argamassa de assentamento, para garantir uma peça inteira e estável. As paredes, por sua vez, costumam receber um sistema de revestimento em camadas para constituir proteção e acabamento à peça (Salgado, 2018).

Como afirma Antunes (2016), a alvenaria constitui a base desse sistema, que por sua vez, é um conjunto de subsistemas aderidos ao substrato e que atuam nas funções mencionadas em conjunto com ele. Analogamente, o sistema de revestimento argamassado (SRA) se apresenta na etapa em que há a cobertura da alvenaria com materiais homogêneos em camadas de espessuras definidas a fim de regularizar, proteger e dar acabamento a uma estrutura heterogênea e descontínua.

Por conta disso, é importante reconhecer as características que exercem influência sobre o desempenho de uma parede de alvenaria devidamente revestida. A seguir são evidenciadas cada parte desse conjunto e os principais fatores que determinam suas funcionalidades.

2.1.1 Alvenaria

O substrato, apesar de não fazer parte do sistema de revestimento argamassado em si, representa a estrutura de ancoramento do SRA e por isso tem um papel importante na investigação das propriedades dele. A adesão no processo de revestimento é a principal relação que se estabelece entre eles e por conta disso, a escolha do tipo de bloco interfere diretamente no seu comportamento em uso, como garante Antunes (2016), e no processo de levantamento da alvenaria, no que diz respeito à interação bloco-argamassa, segundo Valentini (2018). No que diz respeito ao substrato, destaca-se a absorção de água, a porosidade e a rugosidade do material (Santos¹, 2008 apud. Salvi, 2017).

Essas três características se evidenciam nas investigações feitas em diferentes tipos de bases. O índice de absorção de água (AA) (ABNT, 2023) consiste na capacidade que componente poroso tem ao absorver a água em termos relativos à sua gravimetria. Ela justifica sua importância ao passo em que a sucção ocasionada pela superfície pode ocorrer de maneira demasiada ou insuficiente. Ao ultrapassar o índice permitido, pode ocorrer a falta de água na hidratação do cimento da argamassa, tornando-a pulverulenta e diminuindo sua resistência a compressão. Em contrapartida, uma absorção insuficiente não proporciona aderência adequada da pasta no substrato e ocasiona a pouca ancoragem da pasta no substrato, fazendo a atração água-água se sobressair (Valentini, 2018).

Na mesma linha de raciocínio, o índice de absorção de água inicial (AAI) (ABNT, 2023) do elemento é também um fator importante, pois compreende o momento de contato da superfície do substrato com a argamassa fresca e pode acarretar os mesmos problemas expostos no parágrafo anterior caso não haja o devido controle nesse parâmetro (Valentini, 2018).

Enquanto a absorção se refere mais ao processo de execução do revestimento, a estrutura e distribuição dos poros do bloco também está correlacionada a durabilidade do material em idades mais avançadas, ao estabelecer uma adesão da pasta no bloco e proporcionar uma maior facilidade do material fluido dentro do substrato. Essa característica contribui para a resistência

¹ SANTOS, H. B. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento**. Belo Horizonte, 2008.

a tração do conjunto por contribuir para o sistema de ancoragem citado anteriormente (Valentini, 2018).

A rugosidade do substrato refere-se às irregularidades da superfície que influenciam a aderência da pasta. Entretanto, conforme Salvi (2017), sua medição apresenta imprecisões, dificultando um consenso entre pesquisadores.

Essa complexidade ocorre porque, segundo Myshkin, Petrokovets e Chizhik (1998), a rugosidade deve ser analisada em múltiplas escalas: macro, micro e submicro. Apesar da existência de normas para sua mensuração, Santos e Julio (2013) apontam que a rugosidade média pode não ser representativa das variações locais da superfície, visto que perfis distintos podem apresentar valores médios equivalentes.

Diversos estudos indicam que superfícies mais rugosas, em nível macro, ampliam a área de contato e favorecem a aderência. Scartezini e Carasek (2003) constataram que blocos de concreto apresentam maior aderência em comparação aos de cerâmica vermelha, pois sua textura favorece o intertravamento da argamassa. No entanto, Stolz et al. (2016) destacam que essa relação pode ser influenciada pelas propriedades reológicas da argamassa.

Adicionalmente, a presença de fendas e fragmentos soltos no substrato também constitui um fator contribuinte para a aderência no sistema (Garbacz, Courard e Kostana, 2006).

De acordo com Poyastro (2008), os materiais mais utilizados para fabricação de blocos no país são o concreto e a cerâmica, seguidos em pouca proporção dos silicocalcários e autoclavados. Segundo Camargo Química (2013), são produzidos cerca de 100 milhões de blocos de concreto por mês, enquanto os de cerâmica estão na casa dos 490 milhões de unidades por mês, em média, de acordo com a Associação Nacional da Indústria Cerâmica (2023). Nos tópicos a seguir, é feita uma breve decupagem das características mencionadas em relação aos materiais de cada um desses tipos de blocos.

Bloco Cerâmico

De acordo com a NBR 15270: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria. Parte: 1: Requisitos (ABNT, 2023), o bloco cerâmico para alvenaria é um componente que possui furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contêm. Eles são mais leves que os em concreto e sua utilização é vantajosa ao passo em que garante uma facilidade no levantamento de alvenaria e um melhor isolamento térmico por possuir uma menor condutividade térmica (ABNT, 2023; Poyastro, 2008).

Em contraponto, a desvantagem se apresenta ao não alcançar índices de resistência à compressão similares com a mesma geometria dos blocos de concreto. Conforme se encontra na NBR 15270 (ABNT, 2023), os blocos de vedação e vedação racionalizada devem apresentar resistências mínimas de 1,5 MPa e 3,0 MPa, já os projetados com função estrutural, devem apresentar resistência característica de 4,0 MPa para um mesmo lote avaliado (ABNT, 2023).

A respeito das características descritas anteriormente, o mesmo normativo estabelece a diretriz de que o índice de absorção de água (AA) em blocos de cerâmica para vedação e com função estrutural não deve ser menor que 8% e não maior que 22%, para que não ocorram os efeitos mencionados. Já em relação ao índice AAI, a norma estipula o valor de $(30\text{g}/193,55\text{ cm}^2)/\text{min}$ como limite superior para a absorção inicial. Peças com valores maiores a este devem ser umedecidas antes do assentamento para o seu melhor desempenho e as com valores menores, não há necessidade de tal procedimento (ABNT, 2023; Markezan et al., 2023).

Além disso, o índice AA também fornece informações indiretas a respeito da porosidade do bloco, uma vez que indica a porcentagem de vazios do componente. Medeiros (2015) afirma que um bloco com menor índice de absorção são mais duráveis e resistentes, já que a alta absorção pode ocasionar patologias como fissuras ou mapeamentos dos blocos no revestimento, além de aumento do peso da estrutura.

Como dito anteriormente, a rugosidade do bloco representa uma questão complexa para avaliação da relação bloco-argamassa, ao passo em que um único bloco pode conter imperfeições na sua pequena superfície e, portanto, não é possível estabelecer um padrão de rugosidade num mesmo bloco, tampouco num mesmo lote fornecido por uma olaria. Ainda assim, é possível dizer que é benéfico para a resistência de aderência o aumento de área de vales e a altura média de picos e vales na superfície do substrato cerâmico. O que se assemelha à superfície do concreto (Oliveira, 2022).

Bloco de Concreto

Segundo Fernandes (2015), o bloco de concreto é o artefato mais produzido no país considerando a existência de fábricas informais não certificadas, que não cumprem os requisitos recomendados pela norma. Conforme a NBR 6136 – Blocos vazados de Concreto Simples para alvenaria - Requisitos (ABNT, 2016), o bloco vazado de concreto simples é o componente de alvenaria que possui área líquida igual ou inferior a 75% da área bruta.

Sua composição é de cimento Portland, agregados e água, sendo esta limpa e livre de produtos que possam comprometer a hidratação do cimento. Podem ser produzidos com

máquinas manuais, pneumáticas ou hidráulicas em que a mistura é colocada em formas das dimensões pretendidas, vibrada e comprimida. E após isso, passa-se para o período de cura até que as peças estejam prontas para serem comercializadas (Fernandes, 2015).

Quanto ao aspecto das peças, a NBR 6136 (ABNT, 2016) ainda diz que o bloco deve ser homogêneo, compacto e com arestas vivas como indicador de precisão dimensional. Não devem apresentar trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar seu assentamento ou a resistência e durabilidade da edificação, sendo vedado qualquer tipo de reparo que oculte esses defeitos.

De acordo com o mesmo normativo, os blocos podem receber as classificações A, B ou C, que estão de acordo com as dimensões da largura nominal, parede longitudinal e parede transversal. Assim como os cerâmicos, eles podem ser projetados com a função estrutural da edificação ou não, ainda assim, o diferencial deles está na sua resistência a compressão mais elevada em ambos os casos. Os da classe A apresentam $f_{ck} \geq 8,0$ MPa, os da classe B com $4,0$ MPa $\leq f_{ck} < 8,0$ MPa; e os da classe C com $f_{ck} \geq 3,0$ MPa (ABNT, 2016).

Conforme Fernandes (2015) afirma, os blocos de concreto apresentam uma divisão de acordo com as dimensões de largura e comprimento da peça chamada de Linha. A Linha mais conhecida e utilizada no Brasil é a 15x40, em que os blocos apresentam largura de 14 cm, altura de 19 cm e comprimento de 39 cm.

Em consoante aos requisitos físico-mecânicos propostos pela norma, a absorção máxima que um bloco vazado de concreto deve atender é de 10% para os compostos por agregado normal e de 13 a 16% para os compostos por agregado leve. Esses valores servem para garantir uma sucção satisfatória no processo de revestimento e levantamento de alvenaria (ABNT, 2016). Já a respeito do índice AAI, não é muito comum o estudo desse ensaio a não ser para efeitos de comparação com outros materiais. Honório e Carasek (2010) ao fazerem essa verificação obteve como resultado do índice de absorção inicial de água para bloco de concreto de vedação de 10,3 g/193,55cm²/min e para um tipo de bloco cerâmico o valor de 15,68 g/193,55cm²/min.

Como já dito anteriormente, por conta do seu material de composição e, conseqüentemente, da sua textura superficial, o substrato de concreto tende a registrar melhor resistência na aderência da argamassa de revestimento por conta do intertravamento entre a superfície dos dois compostos. Ainda assim, deve-se dizer que essa condição aumenta a chance ruptura de aderência por esforços cisalhantes, que pode ser correlacionada à resistência a tração do revestimento (Paes; Bauer; Carasek, 2005).

2.1.2 Revestimento argamassado

A NBR 13281-1: Argamassas inorgânicas – Requisitos e métodos de ensaios – Parte 1: Argamassas para revestimento de paredes e teto (ABNT, 2023b) define a argamassa como uma mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerante inorgânico e água. Tradicionalmente, utiliza-se areia como material granuloso e cimento como aglomerante hidráulico. O composto pode conter aditivos e ser dosado em obra ou em instalação específica (Salgado, 2018).

A norma classifica as argamassas de revestimento em quatro tipos: argamassa de emboço técnico (AET) e argamassas de revestimento (AR), subdivididas conforme a altura de aplicação: ARV-I (até 10 m), ARV-II (até 60 m) e ARV-III (acima de 60 m) (ABNT, 2023b).

Segundo a NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia (ABNT, 2013), o revestimento pode ser aplicado em camada única ou dupla, com exceção do chapisco. Essa camada inicial prepara o substrato, uniformizando a absorção de água e aderência. Sua espessura varia de 5 a 7 mm, sendo composta por argamassa de cimento e areia de granulometria média/grossa (Salgado, 2018).

A camada subsequente, denominada emboço, tem a função de cobrir e regularizar a superfície, podendo corrigir distorções da base. Sua espessura geralmente varia entre 2 e 2,5 cm, e sua composição pode ser ajustada conforme a aplicação. Em alvenarias externas, por exemplo, pode-se utilizar uma argamassa mais resistente devido à exposição às intempéries (Salgado, 2018). Ainda de acordo com a NBR 13529 (ABNT, 2013), o emboço pode servir como acabamento final ou base para uma nova camada, como o reboco, cuja finalidade é proporcionar um alisamento da superfície com argamassa de areia fina e espessura inferior a 5 mm.

Visando a otimização de tempo e custos, a técnica mais utilizada no Brasil é a camada única, conhecida como *reboco paulista*, na qual uma única argamassa é aplicada diretamente sobre a base, tornando-a apta a receber o acabamento decorativo (Carasek, 2010).

Por fim, o acabamento decorativo é a última etapa do Sistema de Revestimento Argamassado (SRA), podendo incluir pintura, cerâmica, pedras naturais, laminados, têxteis ou papel de parede. Além do valor estético e do conforto proporcionado ao usuário, certos materiais, como tintas impermeabilizantes, ajudam a prevenir infiltrações e a proliferação de fungos e bactérias (Salgado, 2018).

Propriedades da argamassa de revestimento

Segundo Carasek (2010), as principais funções que a argamassa de revestimento deve desempenhar são: proteger a alvenaria e a estrutura contra a ação do intemperismo; contribuir para o isolamento térmico, acústico, estanqueidade à água, segurança ao fogo e resistência ao desgaste e abalos superficiais; regularizar superfície do elemento de vedação e servir de base para acabamentos decorativos. Para cumprir com essas atribuições, a autora estabelece algumas propriedades que são essenciais que sejam conhecidas, tanto no estado fresco, quanto no endurecido (Carasek, 2010).

A respeito do estado fresco da argamassa, é importante observar, em primeiro lugar, a trabalhabilidade da pasta. Ela diz respeito: à sua facilidade no manuseio do produto, sem ser fluida demais; à sua coesão no transporte, durante a aplicação na base; e no seu não endurecimento rápido, após ser aplicada (Carasek, 2010).

Relativo a isso, ainda é necessário se atentar a retenção de água da argamassa, que representa justamente a sua capacidade de reter a água de amassamento contra a sucção demasiada da base ou contra a evaporação do ambiente. Vários aspectos podem interferir essa propriedade, desde o clima até a disponibilidade de materiais no local. Por conta disso, a presença de cal e de aditivos, por exemplo, podem melhorar essas propriedades até determinado limite (Carasek, 2010).

A respeito da retenção de água, a NBR 13529 (ABNT, 2023b) informa que o fabricante de argamassa para revestimento deve indicar a classe de retenção na embalagem e caso a argamassa seja produzida em canteiro de obra, o responsável técnico deve indicar a classe, ensaiando o composto de acordo com a ABNT NBR 13277. As quatro faixas de retenção propostas são: U0, para retenções abaixo de 70%; U1, entre 70% e 80%; U2, entre 80% e 90%; e U3, para retenções acima de 90%.

Assim como discutido anteriormente em relação a capacidade de absorção de água do substrato, a argamassa também deve manter um nível de retenção adequado para garantir a completa hidratação do aglomerante e não haver comprometimento na aderência do revestimento, por isso, ambas características devem estar em concordância para uma adesão satisfatória. Essa adesão se dará quando a argamassa for pressionada após o seu lançamento contra o bloco, o que promove maior contato com a base, que por sua vez, deve estar limpa, com rugosidade adequada e sem oleosidade (Maciel; Barros; Sabbatini, 1998).

Já a respeito das propriedades da argamassa no estado endurecido, o primeiro aspecto a ser observado é o da retração do material após sua aplicação. Ela se caracteriza pelo processo

de perda de água da argamassa através da evaporação e pelas reações de hidratação e carbonatação do cimento, causando fissuração no revestimento em pequena escala (microfissuração), não prejudicial, ou em escalas maiores, que pode permitir a percolação de água no composto e o surgimento de manifestações patológicas (Maciel; Barros; Sabbatini, 1998).

Com relação à essa retração da argamassa, a NBR 13529 (ABNT, 2023b) traz quatro classificações de acordo com o método de ensaio proposto na ABNT NBR 15261: VD1 (retração entre 1,11 e 1,20); VD2 (retração entre 0,90 e 1,10); VD3 (retração entre 0,71 e 0,90); VD4 (retração entre 0 e 0,70); e VD5 (expansão). Além disso, a norma informa os critérios de aceitabilidade de acordo com cada tipo de argamassa apresentado: ARV-I deve estar entre VD1 e VD4; ARV-II deve estar entre VD2 e VD4; ARV-III entre VD3 e VD4; e AET deve ser da classe VD4.

É uma propriedade do revestimento manter-se fixo à base mesmo depois do seu endurecimento e em idades mais avançadas. Por esta razão, a sua resistência às tensões normais e tangenciais que surgem na interface de contrato entre os dois materiais também é um critério de avaliação de desempenho (Maciel; Barros; Sabbatini, 1998).

Nesse sentido, a NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação (ABNT, 2013b) estabelece limites mínimos de resistência de aderência à tração de acordo com o tipo de local que o revestimento é aplicado e o acabamento empregado, como mostra a tabela abaixo.

Tabela 1 - Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço e camada única

Local		Acabamento	Ra (MPa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,20$
		Cerâmica ou laminado	$\geq 0,30$
	Externa	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,30$
		Cerâmica	$\geq 0,30$
Teto		-	$\geq 0,20$

Fonte: ABNT (2013b)

Ainda nesse sentido, é uma propriedade da argamassa não só resistir aos esforços, mas também absorver as deformações de pouca amplitude, provenientes da ação da umidade e da temperatura nas paredes, ações de portas e janelas etc. Essa propriedade depende do módulo de

deformação da argamassa, que por sua vez, tem relação direta com o teor de cimento na composição. Além disso, a espessura pode contribuir para melhor absorção dos esforços, bem como a compressão do material contra à base durante a aplicação do revestimento. Esse controle de execução é importante para evitar o aparecimento de fissuras (Maciel; Barros; Sabbatini, 1998)

Como se trata de um material poroso, a argamassa também tem a característica de ser permeável à água, tanto no estado líquido quanto no gasoso. No entanto, o revestimento deve ser estanque à água, ou seja, deve impedir a sua percolação, ainda que, seja recomendável que o revestimento seja permeável ao vapor para favorecer a secagem da umidade infiltrada (Maciel; Barros; Sabbatini, 1998).

Para avaliação dessa propriedade, as normas NBR 9778 e NBR 9779 - Argamassa e concreto endurecidos (ABNT, 2009; 2012) determinam o método de medição de absorção por imersão e por capilaridade, respectivamente. Já a NBR 13529 (ABNT, 2023b) traz a seguinte tabela com a classificação da argamassa de acordo com o coeficiente de absorção de água por capilaridade.

Tabela 2 - Coeficiente de absorção de água por capilaridade

Classe	Coeficiente de absorção de água por capilaridade (Wh) ^a kg/(m ² ·h ^{0,5})	Método de Ensaio
W1	Wh ≥ 8,5	EN ISSO 15148 e Anexo A
W2	7,0 ≤ Wh < 8,5	
W3	5,5 ≤ Wh < 7,0	
W4	4,0 ≤ Wh < 5,5	
W5	2,5 ≤ Wh < 4,0	
W6	1,0 ≤ Wh < 2,5	
W7	Wh < 1,0	

^a – O coeficiente de absorção de água (W) é determinado para algum tempo específico de ensaio, em horas (h), conforme estabelecido na EN ISO 15148.

Fonte: ABNT (2023b)

Por fim, uma propriedade do SVVIE ligada ao estado endurecido do revestimento é a durabilidade. Ela diz respeito ao comportamento do revestimento ao longo do tempo frente às

ações do meio externo como utilização, chuva, temperatura, entre outras. A presença de fissuras, proliferação de microorganismos ou mesmo a qualidade da argamassa são fatores que podem contribuir para a queda de durabilidade e antecipação de vida útil das paredes. Estas que, segundo a parte 4 da NBR 15575 (ABNT, 2013), devem apresentar vida útil de projeto igual ou superior aos períodos especificados na parte 1 da norma: 40 anos para as externas e 20 anos para as internas (ABNT, 2021b). Além disso, elas devem ser submetidas a manutenções preventivas e, quando necessário, às corretivas (Maciel; Barros; Sabbatini, 1998).

2.2 Umidade

Conforme elucida Salomão (2012), a umidade é um elemento que está presente nas edificações em diversos estágios de sua vida útil, principalmente na fase de construção, como insumo de caráter necessário e também após a finalização, como agente de limpeza dos ambientes. Por essa razão, é inviável desvincular a presença de água das habitações.

Como disposto anteriormente, o sistema de revestimento argamassado se constitui basicamente de um conjunto de componentes porosos interligados entre si, e dentre as características citadas, a absorção de água é uma das mais importantes, tanto para a base, quanto para o revestimento em seu estado endurecido. Essa relevância se deve ao fato de que, a água é um dos mais ponderáveis fatores de desgaste e depreciação das construções, uma vez que a edificação está finalizada, devido ao seu excepcional poder de penetração (Exterckoetter; Zancan, 2018).

Nessa ótica, a presença de água se torna um dos principais antagonistas na conservação dos sistemas construtivos, pois pode causar manchas de umidade aos elementos, o que afeta o conforto do usuário por si só, mas que também podem vir a evoluir para manifestações patológicas mais graves, como mofos, eflorescências, descolamento de revestimento, ferrugem e corrosão de armaduras, danificando até a estrutura da edificação. Em alguns casos, esses problemas não se restringem apenas ao imóvel e podem se estender, danificando bens localizados dentro da edificação e comprometer a segurança e saúde dos usuários (Rodrigues; Santos, 2022).

Dentre os desempenhos apontados preliminarmente para os sistemas de vedação vertical interno e externo, encontra-se a estanqueidade como um importante fator de utilização. A NBR 15575:4 (ABNT, 2013) determina os critérios de medição para valores de infiltração no SVV. Para o caso de fachadas, ela estabelece que os elementos devem ser estanques à água proveniente de chuvas incidentes ou de outras fontes, não podem apresentar infiltrações que

proporcionem borrifamento, escorrimento ou formação de gotas de água aderentes na face interna. A norma permite a ocorrência de pequenas manchas de umidade desde que com áreas limitadas a valores pré-estabelecidos no documento.

Já para o caso de elementos internos e externos com umidade decorrente da ocupação do imóvel, a norma estabelece que, para as áreas molháveis não pode ocorrer a presença de umidade perceptível nos ambientes adjacentes, enquanto para as áreas molhadas da edificação, não haja uma penetração de água maior que 3cm^3 , por um período de 24h, nas configurações de um ensaio proposto em anexo à seção referida (ABNT, 2013).

A umidade pode se manifestar numa edificação de diferentes modos e em diferentes etapas da construção, até quando ela já foi finalizada e os ambientes já estão em uso, o que dificulta a remoção da fonte de umidade. Os cinco tipos de umidade que podem ocorrer são: do material (construtiva), de condensação, de infiltração, acidental e ascensional (Rodrigues, 2014).

A umidade de infiltração é a mais presente nas edificações por ser proveniente da incidência das chuvas no seu exterior. Por intermédio de elementos como juntas, rachaduras e a própria superfície porosa do revestimento, a água pode se infiltrar por pequenas imperfeições causadas pela execução ou pelo próprio escoamento superficial vertical da água, que, em chuvas com maiores velocidades de vento, a água têm o potencial maior de atingir camadas mais internas da alvenaria (Perez, 1995; Klein, 1999² apud. Rodrigues; Santos, 2022).

De acordo com Klüppel e Santana (2006), a umidade por condensação acontece através do resfriamento acelerado do ar úmido ao entrar em contato com as superfícies internas da edificação, que se encontram em menor temperatura. Ao resfriar, o ar perde a capacidade de conter a água em vapor, e esta, por sua vez, acaba por precipitar e ficar aderida às superfícies, propensa a se infiltrar nas paredes, teto ou piso. Ainda assim, esta não é um dos tipos de umidade mais comuns pois a quantidade de água condensada costuma desencadear outras manifestações patológicas em ambientes com ventilação muito deficiente (Klüppel; Santana, 2006).

Percebe-se que nesses dois tipos de umidade a manifestação ocorre com a entrada de água no elemento do meio exterior para o interior. Já ao falar da umidade acidental, temos que ela se caracteriza pela água advinda de um vazamento nas tubulações do sistema hidrossanitário inserido na edificação, ou seja, de dentro para fora. Righi (2009) afirma que essas falhas na distribuição ocorrem pela má execução da instalação ou pela existência de materiais antigos

² KLEIN, D. L. **Apostila do Curso de Patologia das Construções**. 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. **Anais**. Porto Alegre: 1999.

que não têm a manutenção devida feita. Além disso, eles podem ocasionar vários problemas na estrutura da construção, além de contaminar o ambiente na proliferação de microrganismos e mofo, comprometendo a salubridade do imóvel (Andrade et al., 2021).

Outro tipo de umidade que segue a mesma linha é a umidade de construção, que também advém do material trabalhado, através a umidade sobressalente que ficou interna durante a execução do elemento em questão. Por isso, ela se apresenta como o acúmulo de água nos poros da argamassa ou concreto e acaba por se exteriorizar durante o processo de equilíbrio que se estabelece entre o material e o ambiente. Contudo, essa água tende a se extinguir normalmente em um período de seis meses após o revestimento (Verçoza³, 1991 apud. Montecielo, 2016).

Já a respeito da umidade ascensional, ela se origina da relação entre a parte inferior da edificação, que tem contato com o solo, e a umidade presente nele. Ao não encontrar obstáculos, essa água tem a capacidade de avançar verticalmente nos elementos pela diferença de pressão que se há entre solo úmido e a construção. Dessa forma, é capaz de ocasionar manchas no piso e no rodapé das paredes como forma de manifestação patológica. O subitem a seguir explicita as características desse fenômeno (Verçoza⁴, 1991 apud. Montecielo, 2016).

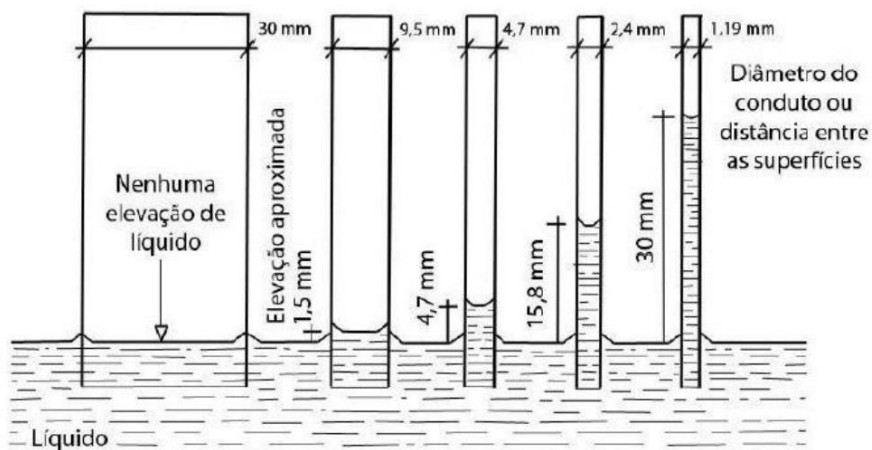
2.2.1 Umidade Ascensional

O fluxo ascensional promovido pelas paredes é resultado das propriedades porosas explicitadas anteriormente dos seus componentes constituintes: a base e o revestimento. Eles, por sua vez, entram em contato com a água presente no solo do local, que pode ser advinda do volume remanescente da incidência de chuvas ou da elevação do nível de um lençol freático existente (Magalhães, 2008; Ulsamer, 1995).

A capacidade de elevar-se na seção vertical da parede ou mesmo no solo advém do mecanismo de transporte conhecido como capilaridade, que se caracteriza pela tendência que os líquidos têm de se aderir a superfícies sólidas e a ascender em tubos capilares em consequência da tensão superficial da água. A altura em que essa ascensão atinge está relacionada com o diâmetro do tubo, quanto mais finos, maior será a altura que a água é capaz de atingir, como mostram as Figuras abaixo (NAPPI, 1996).

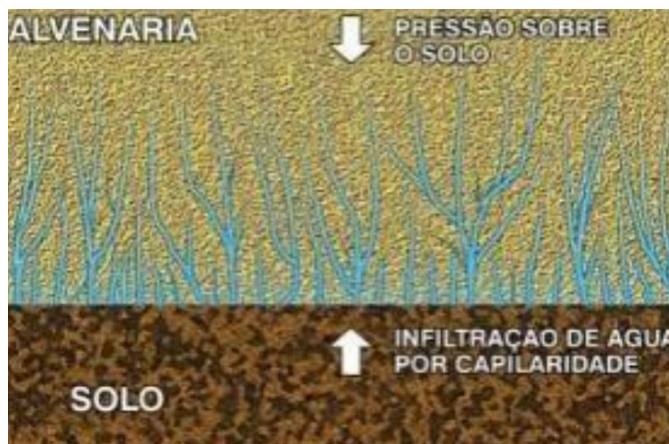
³ VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre: Editora Sagra, 1991.

Figura 1 - Altura da ascensão capilar da água entre duas superfícies



Fonte: Gratwick (1971)

Figura 2 - Infiltração por capilaridade



Fonte: Vedacit (s.d.)

Assim como mostra a Figura 2, os tubos da Figura 1 seriam equivalentes aos poros da parede e do solo, que favorecidos pelo seu tamanho pequeno e a ausência de técnicas de impermeabilização no local, permitem que a tensão superficial da água a eleve até alturas maiores, até que haja equilíbrio hidrostático (Magalhães, 2008).

Segundo Verçoza⁴ (1991 apud. Rodrigues 2014), geralmente a água não costuma ultrapassar a elevação de 80 centímetros desde o inferior da parede. Já Merino⁵ (1993 apud Gewehr, 2004) diferencia as alturas que podem ser alcançadas de acordo com o material utilizado (entre 0,50 m e 1,50 m para muros de tijolos, podendo alcançar o dobro para muros

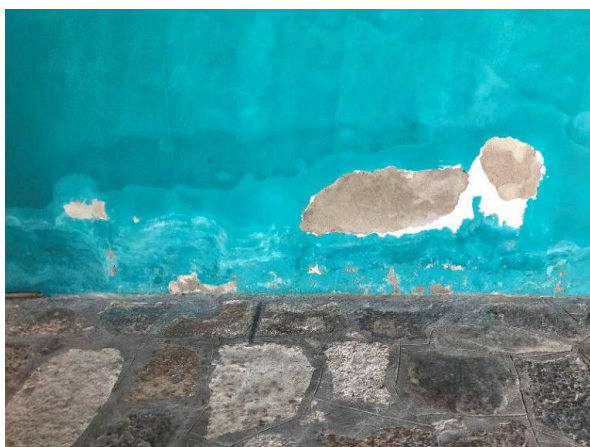
⁴ VERÇOZA, ref. 4, p.24

⁵ MERINO, F. L. **Humedade y eflorescencias em obras de fábrica**. Madrid: Servicio de Publicaciones Del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1993.

de pedra) ou com a posição do elemento (entre 1,5 e 4 vezes a largura da parede em fachadas e entre 2 e 5 vezes a espessura de paredes localizadas nos cantos).

Esse processo de transporte de água do solo para as paredes é perceptível no exterior da edificação, com a mudança da tonalidade da cor na base das paredes, em que é possível notar a clara divisão entre uma zona mais escura (mais úmida) e uma mais clara, divididas horizontalmente no comprimento da parede, essa linha de divisão indica o ponto de elevação máxima que a água conseguiu atingir. As Figuras 3 e 4 a seguir ilustram essa manifestação (Cabaça, 2002).

Figura 3 - Mancha de umidade ascensional presente em parede de SRA com manifestação de bolhas e deslocamentos



Fonte: Oliveira; Nunes (2020)

Figura 4 - Mancha de umidade ascensional em parede de SRA com manifestação de mofo

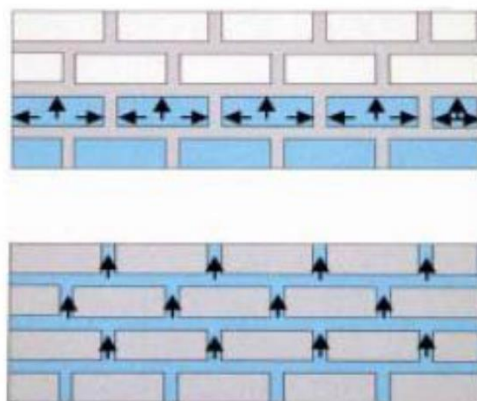


Fonte: Lima et al. (2020)

A respeito do processo em que a umidade ascensional ocorre na alvenaria, Salomão (2012) afirma que, uma vez estabelecida a umidade no solo, esta umidade tem é transportada para a parede por capilaridade através dos elementos que têm contato com o terreno, como a

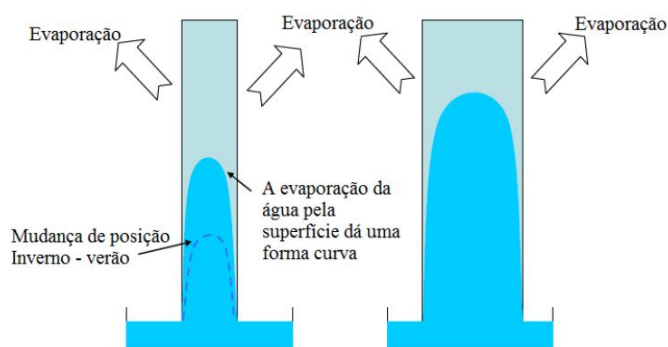
viga baldrame e contrapiso. Cabaça, (2002) afirma que a água ascenderá primeiramente pelas juntas de assentamento por serem um caminho mais fácil para a água percorrer e depois, ascender pelos tijolos. As Figuras 5 e 6 abaixo ilustram como ocorre o processo de ascensão nos dois sentidos.

Figura 5 - Ascensão da água pelas juntas da argamassa, vista frontal



Fonte: Cabaça (2002)

Figura 6 - Ascensão da água pela alvenaria, vista transversal



Fonte: Socoloski (2015)

Por conta disso, ele afirma que o processo de impermeabilização é mais eficiente se for aplicado à argamassa de assentamento. Do contrário, caso apenas os tijolos estejam impermeabilizados, a água ainda poderá ascender sem dificuldade (Cabaça, 2002).

Devido a prática da impermeabilização ter sido bastante negligenciada no Brasil ao longo dos anos, esse tipo de fenômeno apresenta é bem recorrente nas edificações do país,

especialmente nas regiões que têm solo argiloso em sua composição, que tem alta retenção de água (Verçoza⁶, 1991 apud. Rodrigues, 2014).

A falta de informações a respeito de materiais e técnicas de impermeabilização, bem como a ausência de uma cultura voltada para a manutenção propiciam uma quantidade considerável de falhas presentes nas obras e, podem levar a execução de uma impermeabilização tardia, o que onera em cerca de 10% o valor original da obra a ser desembolsado posteriormente (Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 2017).

Fatores que afetam a umidade ascensional

Uma vez que as paredes de uma edificação estão sujeitas a alterações do meio externo, o nível de umidade atingido representa o ponto de equilíbrio entre a “entrada” e “saída” de água do elemento. Por isso, é importante estabelecer os parâmetros que podem facilitar essa movimentação. De acordo com Freitas, Torres e Guimarães (2008), uma série de fatores podem afetar a evolução dessa manifestação: as condições climáticas do ambiente; insolação; presença de sais; porosidade e porometria dos materiais; espessura da parede; natureza dos materiais de revestimento. O quadro abaixo sintetiza essas condições.

Quadro 1 – Fatores que afetam a progressão da frente úmida

Fator	Parâmetro	Relação c/ a umidade	Referência
Tipo de substrato	Absorção do material	Índice de absorção	Merino, 1993
Condições climáticas	Umidade rel. do ar; temperatura	Evaporação	Freitas; Torres; Guimarães, 2008
Incidência solar	Orientação geográfica	Evaporação	Freitas; Torres; Guimarães, 2008
Presença de sais	Solubilidade	Índice de absorção	Teixeira, 2007
Porosidade de materiais	Poros. aberta ou fechada	Índice de absorção	Souza, 2020
Geometria da parede	Espessura	Índice de absorção	Torres; Freitas, 2006
Acabamentos	Nível de estanqueidade	Evaporação	Freitas; Torres; Guimarães, 2008

Fonte: Autor (2025)

⁶ VERÇOZA, ref. 4, p. 24

A respeito dos aspectos climáticos do local, pode-se dizer que a temperatura e a umidade relativa do ar têm uma grande influência no nível que a umidade ascensional pode atingir, ao passo em que dizem respeito à capacidade que a parede tem de perder água para o ambiente no processo de evaporação. Em locais de elevada umidade relativa ou baixa temperatura, a ela se dará com maior dificuldade e conseqüentemente, haverá uma maior progressão da zona úmida. Em contrapartida, quando esses fatores se encontram em sentido oposto, a evaporação será maior e a altura de progressão de umidade será menor (Freitas; Torres; Guimarães, 2008).

Por esses motivos, as manchas de umidade podem apresentar relativa mudança de altura periodicamente a depender da atual estação do ano que se apresenta no local, em que há mudança de temperatura, umidade do ar, incidência de chuvas etc. Essa variabilidade na altura é ilustrada na Figura 6 (Socoloski, 2015).

Nesse mesmo sentido, a incidência solar no local da edificação conduz a diferentes alturas de progressão da frente úmida de acordo com a orientação geográfica das paredes. Freitas, Torres e Guimarães (2008) afirmam que aquelas mais orientadas ao norte apresentarão maior progressão da umidade em comparação com as paredes orientadas a sul, por terem menor recaimento dos raios solares ao longo do dia e conseqüentemente, menor evaporação.

Relativo à presença de sais da composição da base ou do revestimento, a sua cristalização altera a porosidade dos materiais e pode aumentar a capilaridade a depender dos sais envolvidos, sua temperatura de solubilidade, além do tamanho e arranjo dos poros. Os sinais de degradação dos materiais que costumam ocorrer nesse caso são variados, vão desde alterações superficiais (eflorescências ou manchas de umidade), fissuras, formação de crostas, até formação de vazios (alveolização) no interior da argamassa (Freitas; Torres; Guimarães, 2008; Teixeira, 2007).

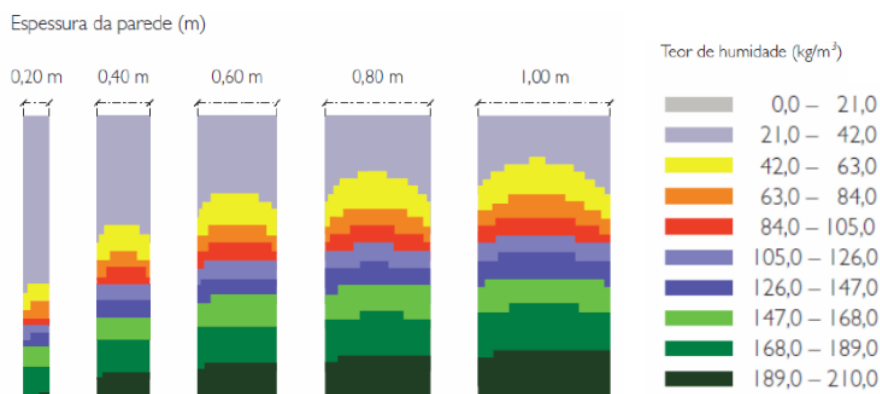
De acordo com Sousa (2020), a porosidade de um material diz respeito ao volume de vazios existentes em seu interior. Por esta razão, seu valor pode ser obtido pela razão entre esse volume e o aparente total do corpo analisado. De Noni Junior (2007) separa essa característica em dois tipos: a porosidade aberta, em que os poros são interligados por dutos que facilitam a passagem d'água, principalmente pelo fenômeno da capilaridade; e a porosidade fechada, em que os poros não são interligados por dutos e desta forma, ficam inacessíveis à umidade, tornando o material impermeável.

Praticamente todos os materiais de construção apresentam porosidade aberta e por conta disso, aqueles com porosidade fechada são preteridos para evitar a umidade ascensional ao passo que criam uma barreira hídrica impedindo a transferência de umidade, como é o caso do

porcelanato que tem porosidade variando de 5% a 8% (De Noni Junior, 2007; Freitas; Torres; Guimarães, 2008).

Como dito anteriormente, as alturas que a mancha de umidade pode atingir podem ser estabelecidas pela espessura da parede. Não ao acaso, esse fator é diretamente proporcional a progressão ascensional de água, conforme Torres e Freitas (2006) comprovam em estudos de simulação ao comparar a frente úmida de paredes de 0,2m a 1,0 de espessura, como mostra a Figura 7, abaixo.

Figura 7 - Variação do teor de umidade em paredes de espessuras diferentes e ao longo da secção transversal



Fonte: Torres; Freitas (2006)

Por fim, a aplicação de acabamentos com elementos impermeabilizantes em sua composição como cerâmicas ou várias camadas de pintura pode contribuir para a manifestação em questão. Isso acontece devido ao fato dessa aplicação representar uma “barreira” na superfície externa das paredes, o que diminui o fluxo de água que sai pela evaporação e acaba demandando uma maior altura da frente úmida para alcançar o equilíbrio hidrostático (Freitas; Torres; Guimarães, 2008).

Patologias relacionadas

Devido ao variado número de fatores, a água é um dos principais agentes de degradação na construção civil, podendo atuar de forma direta, causando bolhas, descolamento e deslocamento das camadas de acabamento, ou de forma indireta, facilitando outros processos patológicos, como a migração de sais. Essa migração leva à formação de eflorescências e criptoflorescências, resultando em manchas esbranquiçadas e danos estéticos, além do

empolamento da pintura devido à cristalização dos sais, como mostra as Figuras 8 e 9 (Queruz, 2007).

Além disso, cabe citar a umidade como fator decisivo para o crescimento de fungos, algas e bactérias, que degradam a alvenaria por meio da liberação de substâncias corrosivas, que aumentam sua porosidade e comprometem sua estabilidade (Figura 10). Além dos danos estruturais e estéticos, essas patologias representam riscos à saúde dos ocupantes, devido à exposição a agentes biológicos nocivos (Klüppel; Santana, 2006).

Diante da severidade desses problemas, é essencial adotar medidas preventivas, como a impermeabilização da alvenaria, para evitar a presença de umidade e seus efeitos degradantes (Ripper, 1986).

Figura 8 - Umidade ascensional com presença de deslocamento próximo ao rodapé da parede



Fonte: Frazão (2020)

Figura 9 - Umidade ascensional com presença de bolhas no revestimento



Fonte: Fibersals (s.d)

Figura 10 - Umidade ascensional com presença de mofo no revestimento



Fonte: Frazão (2020)

Na cidade de Barreiras-BA, Souza (2023) faz um estudo de patologias em fachadas de revestimento cerâmico e aponta várias manifestações patológicas incidentes em residências que passaram por manutenções ou não. A maioria das catalogadas são manchas de eflorescência e a autora atribui boa parte delas à presença de água nos jardins dessas casas, que, sem impedimento por impermeabilização, acabam por infiltrar nas paredes. Esta evidência é corroborada ao evidenciar a localização do bairro Morada Nobre, utilizado como objeto de estudo. Ele é cortado por dois rios e por conta disso, pressupõe-se o alto índice de águas superficiais presente no solo da região, o que contribuiria para a ocorrência da umidade ascensional nas edificações da cidade.

2.3 Técnicas de Inspeção

Para identificação da presença de umidade em uma parede, bem como a análise de uma manifestação patológica por ela causada, é preciso tomar medidas que descrevam quantitativamente ou qualitativamente a abrangência daquele fenômeno no elemento. Para isso, a NBR 16747: Inspeção Predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento (ABNT, 2020) apresenta a inspeção predial especializada e a define como o processo de avaliação das condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade de um sistema ou subsistema específico, no caso, o sistema de vedação vertical (IBAPE/SP, 2023).

Por objetivo tem-se que a inspeção predial visa a determinação de não conformidades, como falhas, patologias e anomalias, além da classificação quanto à sua origem, grau de risco e por fim, recomendar melhorias técnicas para a manutenção das edificações (Melo Júnior, 2016).

Segundo Henriques (2007), o método de diagnóstico de umidade em paredes se dá nas seguintes etapas:

- (a) Análise documental;
- (b) Observação visual das anomalias;
- (c) Análise não destrutiva;
- (d) Análise destrutiva;
- (e) Compilação e análise dos dados obtidos.

A partir da análise documental que elemento em questão possa ter ou não, é possível prosseguir para as demais etapas. Feita a primeira observação visual da situação em que se encontra a parede, é possível partir para a escolha de abordagem, onde a análise da anomalia pode ser feita de maneira destrutiva, não destrutiva ou uma combinação de ambas. Só então, após obter a compreensão da natureza dos fenômenos, é possível fazer o diagnóstico assertivo a respeito do tipo de umidade e apontar a estratégia de tratamento mais adequada (Rodrigues, 2014).

No que diz respeito aos itens (c) e (d) que abarcam a etapa de análise, estão incluídos os procedimentos específicos para entendimento da manifestação de uma maneira completa. Como o próprio autor propõe essa divisão, as técnicas de análise utilizadas podem ser divididas com relação ao nível de contato feito para com o elemento, intrusivo (destrutiva) ou não intrusivo. Dessa forma, a seguir é exposta a relação de técnicas de inspeção de caráter intrusivo e não intrusivo para aferição da umidade.

2.3.1 Técnicas destrutivas

As técnicas destrutivas têm como utilidade servir como aparato para as análises não destrutivas realizadas anteriormente, verificando um diagnóstico já estabelecido ou auxiliando a estabelecer um. Nesse sentido, o alcance dessa abordagem é mais focalizado, e por esse motivo, antes de iniciar alguma técnica, o inspetor deve estabelecer as áreas de interesse a serem investigadas (Melo Júnior, 2016).

A primeira técnica que pode ser citada é a observação do fluxo transversal de uma mancha de umidade através da perfuração de uma parede. Carrió⁷ (2010 apud. Socoloski, 2015) recomenda que, para diferenciar a umidade ascensional da umidade por infiltração, seja feito um orifício no elemento e verifique-se se a umidade é superficial ou se migra do interior e percorre até a superfície. Caso seja o segundo caso, provavelmente se trata de uma umidade proveniente do terreno.

⁷ CARRIÓ, J. M. *Patología de Cerramientos y Acabados Arquitectónicos*. 2 ed. Madrid, España: Munilla-Leria, 2010.

Outro método bastante indicado e bem simples de ser procedido é o gravimétrico, também conhecido como ponderal, que se baseia no princípio de fazer uma análise quantitativa da concentração de determinado componente (a água) em outro a partir da separação de suas massas (Matos, 2012).

Dada a extensão de uma parede, essa técnica procede a partir da retirada de amostras em pontos de interesse. Bertolini (2010) recomenda que para garantir representatividade no ato da coleta, devem-se utilizar extratores de baixo número de giros, evitando o desenvolvimento do calor e de evaporação, conseqüentemente. Finalizada esta etapa, o material coletado deve ser recolhido e armazenado em um recipiente hermeticamente fechado até ter sua massa aferida em uma balança de precisão e, posteriormente, encaminhado a uma estufa em temperatura constante para secagem. Após secas, as amostras são pesadas novamente e com a diferença entre as massas obtidas nos dois momentos, é possível determinar a quantidade de água de amostra coletada *in situ* (Carvalho, 2010).

Bruxel (2023) se utilizou desse método em um estudo para a análise da eficácia de bloqueadores químicos contra a umidade ascendente. Com a tomada de amostras em diferentes alturas de um protótipo de parede (Figura 12), foi possível obter a umidade para cada um desses níveis e, como se tratava de um modelo experimental, foi possível aplicar o método de maneira não destrutiva no elemento, verificando seu peso antes e durante o ensaio de capilaridade, obtendo assim um índice de umidade para toda a peça (Figura 11).

Figura 11 - Protótipos de parede submetidos a ensaio de capilaridade



Fonte: Bruxel (2023)

Figura 12 - Protótipo de parede após ser submetido ao ensaio gravimétrico com retirada de amostras



Fonte: Bruxel (2023)

Tabela 3 - Compilado de resultados encontrados para análise de umidade no protótipo de parede de bloco de concreto

Gravimetria destrutiva		Gravimetria não destrutiva
Altura (cm)	Umidade	Umidade
5	6,89%	2,59%
10	5,84%	
15	4,56%	
20	3,19%	
25	1,42%	

Fonte: Bruxel (2023)

A partir da tabela acima que mostra os valores obtidos para a parede de blocos de concreto, é visto que o valor obtido para a umidade de todo o protótipo não é representativo por si só a respeito do estado em que o elemento se encontra, uma vez que nas menores alturas dele foram encontrados valores de umidade muito superiores, o que obedece a distribuição do teor de umidade ilustrada por Torres e Freitas (2006) na Figura 7.

2.3.2 Técnicas não destrutivas

De acordo com Aires-Barros⁸ (2001 apud. Socoloski, 2015), a etapa de análise não destrutiva compreende a utilização de um ou mais métodos de análise que fornecem informações a respeito das manifestações patológicas encontradas no local. Os principais

⁸ AIRES-BARROS, L. **As rochas dos monumentos portugueses**. Lisboa: Instituto Português do Patrimônio Arquitetônico - IPPAR, 2001.

métodos listados pelo autor são: o exame macroscópico; análise fotográfica e de imagem; e a termografia.

O exame macroscópico compreende a observação inicial visual do inspetor no local e seu parecer a respeito dos possíveis sintomas patológicos decorrentes da umidade na alvenaria, estes já explicitados anteriormente. As análises posteriores têm a função de aprofundar essa investigação inicial para auxiliar na definição de um diagnóstico (Aires-Barros¹⁰, 2001 apud. Socoloski, 2015).

As técnicas correspondentes à utilização de fotografias e imagens do local dizem respeito justamente à utilização de equipamentos que auxiliem na captura de detalhes na edificação, principalmente os mais distantes e fora do alcance visual do observador. (Aires-Barros¹⁰, 2001 apud. Socoloski, 2015) Nesse sentido, a utilização de veículos aéreos não tripulados (VANT), os chamados drones, tem sido adotada por vários pesquisadores para proceder a inspeção de grandes edificações por representar uma tecnologia inovadora que proporciona economia de tempo, custo, lesões e um trabalho de qualidade (Herrmann, 2016).

Já a respeito da termografia, ela se refere à técnica de análise do material através da determinação da sua temperatura superficial mediante a conversão da radiação infravermelha emitida por um corpo em energia térmica (Barreira, 2004). Uma vez que a água em materiais porosos tem a capacidade de reduzir sua temperatura superficial, a câmera infravermelha utilizada para este ensaio é capaz de fornecer uma distribuição dessas temperaturas superficiais e, a partir disso, identificar a zona de umidade (Rosina; Ludwig, 1999; Silva, 2007).

Além dessas técnicas, também existem equipamentos que podem realizar a avaliação de umidade apenas com o contato superficial com o elemento. É o caso do higrômetro (Figura 13) e do ‘Medidor de umidade para concreto e argamassa’⁹(Kett, [s.d.], tradução nossa) (Figura 14). Ambos os aparelhos permitem a medição do fator ao estabelecer contato com a superfície a ser aferida.

O ‘Medidor de umidade para concreto e argamassa’ realiza a aferição da umidade superficial de direcionada a uma pequena região a partir da constante dielétrica do material analisado, que por sua vez sofre alteração na presença de água e torna a umidade detectável aos seus sensores capacitivos. No caso do higrômetro, ele utiliza do mesmo princípio e pode realizar medições em pequenos intervalos (de 0% a 2%, por exemplo) por meio dos seus sensores “agulha”, que realizam uma estimativa da umidade e temperatura superficiais de forma pontual (Salomão, 2012; Souza; Silva, 2023).

⁹ Do original *Concrete and Mortar Moisture Tester*

Figura 13 - Higrômetro



Fonte: Souza; Silva (2023)

Figura 14 - 'Medidor de umidade para concreto e argamassa'



Fonte: Salomão (2012)

Termografia infravermelha

A utilização da técnica de inspeção por termografia infravermelha tem registrado crescimento considerável nos últimos anos, em várias áreas. No âmbito do diagnóstico de manifestações patológicas ela é comumente tratada como prioridade, por poder analisar grandes áreas e não precisar ter contato direto com a estrutura, ou seja, não representar um inconveniente ao usuário da edificação, devido ao seu caráter não destrutivo (Freitas; Carasek; Cascudo, 2014)

Este ensaio utiliza como diretriz a premissa de que todos os corpos com temperatura acima do zero absoluto (0 K ou -273° C) emitem radiação em ondas de comprimento bem pequeno do espectro eletromagnético, na faixa conhecida como infravermelha, que está fora do campo de alcance da visão humana, e por isso, é invisível a olho nu (Dornelles, 2008).

Como a radiação representa uma transferência de calor por intermédio dessas ondas eletromagnéticas, a câmera infravermelha é capaz de converter essa transmitância em sinais elétricos que geram imagens térmicas (termogramas) com a distribuição das temperaturas superficiais dos objetos. Essas imagens são representações daquelas vistas normalmente, mas

com a coloração feita a partir do gradiente de temperatura gerado, em que cada cor do espectro corresponde a uma temperatura, como mostra a barra na lateral direita da Figura 15 abaixo (Barreira, 2004).

Figura 15 - Termograma gerado em uma avaliação de estação de energia elétrica



Fonte: Termogram (2023)

Durante o processo de medição termográfica, a câmera recebe radiações provenientes de três fontes: do objeto analisado, do meio adjacente, refletida pelo objeto; e da atmosfera. Por esse motivo, vários fatores podem influenciar nos resultados obtidos pelo ensaio de termografia infravermelha. Segundo Freitas, Freitas e Barreira (2014), eles podem ser divididos em três grupos: relativos às propriedades dos materiais utilizados, como emissividade, reflexão e cor; relativos às condições climáticas do ambiente medido, como a temperatura, radiação solar, intempéries etc; e relativos às características da câmera infravermelha, como precisão, calibração, sensibilidade térmica, distância máxima etc.

Para ter controle dessas variáveis, Silva (2007) estabelece os principais indicadores que devem ser inseridos no equipamento antes do ensaio: a emissividade do objeto e a distância entre ele a câmera, para calcular a atenuação que a radiação sofre da superfície medida até à lente da máquina; além da umidade relativa do ar; temperatura refletiva; e a temperatura atmosférica.

O processo de análise termográfico pode ser classificado de duas formas: quanto tipo de análise, qualitativa ou quantitativa, e de acordo com a excitação térmica, ativa ou passiva. Enquanto a abordagem quantitativa apresenta um parecer mais simples, apenas com detecção de anomalias isolados, a quantitativa é empregada em análises com diferentes parâmetros comportamentais por meio do processamento digital das imagens geradas que resulta em uma curva de evolução da temperatura. (Barreira, 2004) Por exemplo, Pavón (2017) afirma que, se

o termograma apresentar diferença de temperatura (ΔT) entre as partes úmida e seca superior a $0,5^{\circ}\text{C}$ em relação ao ambiente, é provável que possa existir uma anomalia, já a partir de um ΔT de 3°C , pode-se confirmar a existência de uma.

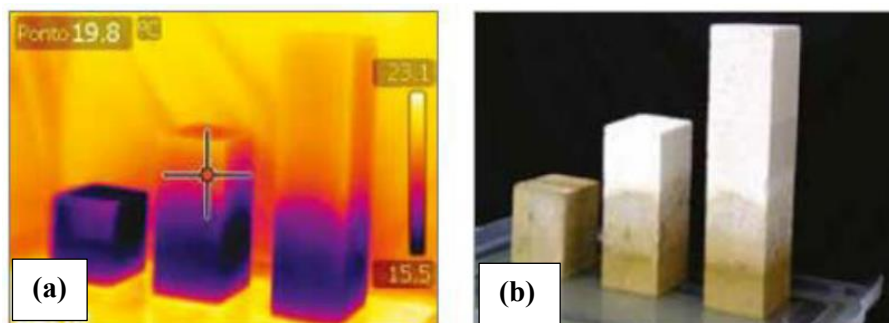
Já a respeito da excitação térmica, os estudos com termografia ativa se caracterizam por receber um estímulo externo artificial por alguma fonte de energia aquecedora ou resfriadora como flashes, lâmpadas, jatos de ar quente, pulsos ultrassônicos ou laser. Essa técnica serve para produzir um contraste térmico na imagem a fim de caracterizar os defeitos qualitativamente de forma mais exata. O que não acontece na abordagem passiva, que apenas analisa a diferença de temperatura como elemento para detecção de anomalias, seja de forma qualitativa, ou quantitativa, conforme propõe estudos de Rodríguez (2010).

Por ser uma tecnologia recente, ainda não existe um consenso a respeito da metodologia ideal para realizar as imagens visto a dependência de muitos fatores que a técnica depende. Dúvidas como o melhor horário do dia para realizar as inspeções, a influência das condições climáticas ou a forma que o problema vai ser representado no termograma (áreas mais frias ou quentes) são recorrentes e se apresentam nos trabalhos de Solla et al. (2013) e Bauer e Pavón (2015).

Solla et al. (2013) utilizaram a termografia infravermelha para mapear problemas ao longe de uma ponte de alvenaria na cidade de Lubián, na Espanha. Como resultado, detectaram a presença de umidade pela redução da temperatura na água afetada em consequência da evaporação. Já Bauer e Pavón (2015) aplicaram a técnica para identificação e avaliação de anomalias em revestimentos cerâmico, em que foi possível demonstrar a identificação e quantificação de falhas de aderência ou ausência de argamassa no tardo da cerâmica.

No mesmo estudo, Bauer e Pavón (2015) verificaram a ação da umidade causada pela capilaridade e como é possível fazer a detecção da altura da franja de água, que pode ser vista a olho nu, de acordo com a fig. 16 (b), mas que fica bem mais evidenciada no termograma, como mostra a fig. 16 (a).

Figura 16 - Comparação entre fenômeno da umidade capilar visto do termograma (a) e a olho nu (b)



Fonte: Bauer; Pavón (2015)

Já Santos (2018) realizou duas simulações de umidade ascendente em protótipos de paredes em condições diferentes (Figura 17) e aplicou a fotografia infravermelha para avaliar os resultados. No primeiro caso, foram comparados blocos cerâmicos revestidos por argamassa submetidos a diferentes condições climáticas: temperatura constante x temperatura ambiente. Ela verificou que, com o auxílio dos termogramas, foi possível apontar maiores valores de ΔT no ambiente interno e menores no ambiente externo, em decorrência da variação de temperatura ambiente nessa variável.

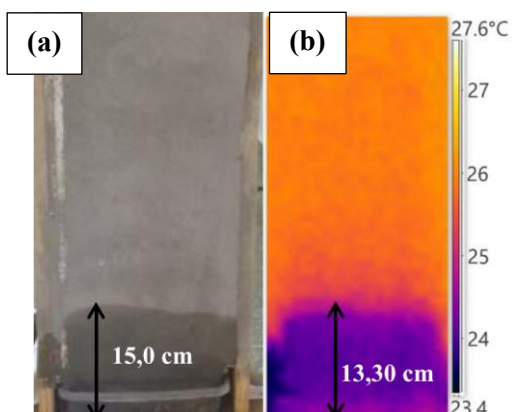
A outra vertente analisada foi a detecção da umidade sobre blocos cerâmicos com revestimentos diferentes: camada única, pintura PVA na cor branca, placa cerâmica tipo grés e placa cerâmica tipo porcelanato. Nessa variação, Santos (2018) apontou que o fenômeno pode ser visto através dos termogramas nas quatro variações, contudo, para os de tipo cerâmico, não era perceptível a olho nu.

Figura 17 - Protótipos de parede sob ensaio de umidade ascensional



Fonte: Santos (2018)

Figura 18 - Comparação entre imagem visível (a) e imagem térmica (b) da parede durante o experimento



Fonte: Santos (2018)

Dito isso, nota-se o potencial auxiliador que a técnica de termografia infravermelha tem ao localizar com precisão os focos de umidade nos mais variados elementos, inclusive aqueles não visíveis, além de poder estabelecer a altura que a frente úmida se estabelece no processo de capilaridade (Figura 18). Por estes motivos, se faz necessários mais estudos com a tecnologia para que as dificuldades apontadas entre os pesquisadores sejam superadas e os ensaios tenham mais aproveitamento técnico.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente capítulo aborda o programa experimental executado para verificação da potencialidade e comparação da eficiência entre os métodos gravimétrico e termográfico de detecção de umidade ascensional em elementos de alvenaria, com as seguintes variações:

- tipos de substrato (blocos cerâmico e de concreto);
- aplicação de tinta asfáltica impermeabilizante na amostra na face oposta à de revestimento.

O estudo procedeu com o uso de uma amostra composta por unidades de blocos cerâmico de vedação e blocos de concreto de vedação. Neles foi aplicada uma camada única de argamassa em uma das faces (sem aplicação prévia de chapisco), com proporção de mistura 1:4,5 (cimento:agregado) em massa, adotada com base no levantamento feito por Lima (2022) de outras dosagens praticadas nas obras locais.

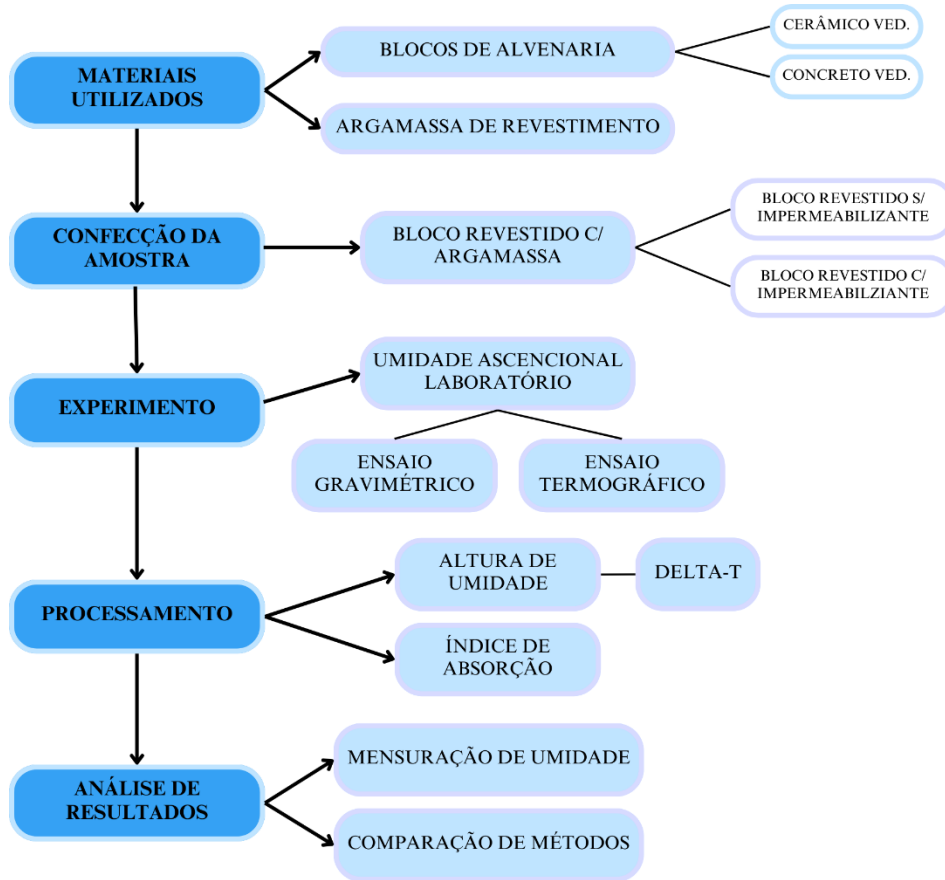
Após o revestimento dos blocos, eles foram mantidos à temperatura ambiente por um dia e, só então, foram submetidos à cura submersa em um tanque d'água até completar 28 dias de idade, em que ocorreu a completa hidratação do cimento e as amostras estavam aptas a serem ensaiadas. Após serem submetidos a secagem à temperatura ambiente por 30 dias em laboratório, os blocos foram postos ao procedimento do ensaio de capilaridade estabelecido pelas norma NBR 9779 - Argamassa e concreto endurecidos — Determinação da absorção de água por capilaridade (ABNT, 2012), a fim de proceder com a análise gravimétrica dos elementos. E em concomitância a esse procedimento, foi feita a obtenção de imagens termográficas dos blocos a fim de proceder com a análise de temperatura superficial deles.

Para a caracterização dos blocos utilizados e da argamassa produzida, foram utilizados os parâmetros obtidos por Teles (2024), visto que os insumos utilizados neste trabalho são da mesma natureza e de mesma procedência.

Todas as etapas descritas foram realizadas na Universidade Federal do Oeste da Bahia – UFOB, Campus Reitor Edgar Santos, no laboratório de Construção Civil. O escopo do processo trata da caracterização dos materiais empregados, detalhamento do processo de montagem das amostras, das etapas dos ensaios feitos, assim como da coleta e processamento de dados. Essa relação se encontra mais a frente neste capítulo.

Como elemento de representação visual, a Figura 19 abaixo apresenta o fluxograma do programa experimental idealizado que contém as etapas principais de análise do fenômeno de acordo com as variáveis propostas.

Figura 19 - Fluxograma proposto para o programa experimental



Fonte: Autor (2025)

3.1 Materiais utilizados

Os materiais utilizados para o desenvolvimento do trabalho foram blocos cerâmicos e de concreto e argamassa cimentícia. As especificações e procedimento para caracterização deles se encontram a seguir.

Importante salientar que foi prezada a utilização de insumos que são mais utilizados nas obras em simultâneo com a disponibilidade do mercado regional, para garantir a representatividade local do estudo.

3.1.1 Blocos de Alvenaria

Foram utilizados na montagem da amostra um total de 4 (quatro) blocos cerâmicos c/ 8 furos e dimensões 9 cm x 19 cm x 19 cm e 4 (quatro) blocos de concreto de vedação c/ 2 furos e dimensões 14 cm x 19 cm x 21 cm (cortados ao meio), totalizando 8 blocos revestidos.

Os blocos utilizados foram caracterizados de acordo com os procedimentos estabelecidos nas normas NBR 15270:1 (ABNT, 2023) e NBR 6136 (ABNT, 2016) conforme

consta em Teles (2024) (mesmo lote de blocos), que mostra que as unidades cerâmicas registram um índice de absorção de água (AA) de 13,6% e já os de concreto, um AA de 5,9%. O que atesta que não só os blocos estão em conformidade com os limites de aceitabilidade, mas que também os cerâmicos apresentam uma absorção mais de duas vezes maior que os blocos de concreto.

Já quanto ao índice de absorção d'água inicial (AAI) dos substratos, é mostrado que os blocos cerâmicos atingiram 20,6g/193,55cm²/min, valor inferior ao limite posto pela norma NBR 15270:1 (ABNT, 2023) para estabelecer lotes que devem ser umedecidos antes do revestimento.

Para os blocos de concreto, o grupo ensaiado obteve um AAI de 57,5g/193,55cm²/min, valor que indica a necessidade de umedecimento prévio de acordo com a NBR 6136 (ABNT, 2016). Entretanto, para assemelhar o procedimento na montagem de toda a amostra, foi optado por não realizar o umedecimento em nenhuma das unidades.

3.1.2 Argamassa de Revestimento

Para a produção da argamassa os insumos utilizados foram o cimento, a areia como agregado miúdo, e a água. O cimento adotado foi o Portland tipo CP II – Z -32, que tem suas informações específicas adequadas ao uso, garantidas pelo fabricante, de modo que não foi necessário realizar ensaios para caracterizar o aglomerante.

A água utilizada foi captada diretamente de um ponto de abastecimento na universidade, advinda da concessionária de alimentação de água local e não passou por nenhum processo laboratorial complementar. Assim como a areia, que foi utilizada a do tipo natural de rio, já comercializada na cidade de Barreiras. Estas posturas têm por objetivo aproximar o produto as argamassas fabricadas em canteiros de obras locais.

A areia utilizada teve sua distribuição granulométrica e o módulo de finura do agregado aferidos por Teles (2024) de acordo com o normativo NBR 17054: Agregados – Determinação de composição granulométrica – Método de ensaio (ABNT, 2022). As informações obtidas mostraram que o material tem módulo de finura de 1,66 e dimensão máxima característica de 0,6mm, o que denota um material de granulometria fina.

Além disso, as percentagens de material passante nas peneiras de 0,3 e 0,6mm estão acima do limite estipulado pela norma estadunidense ASTM C144-18 Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar, que trata justamente da padronização do agregado utilizado para preparação de argamassas. A areia registra 38% dos seus grãos menores de 0,3mm e 95%

menores que 0,6mm, enquanto o normativo estabelece os valores de 35% e 75% respectivamente para essas mesmas características. Esse comportamento aponta a característica de que o material extraído e comercializado na região possui uma finura elevada.

Postos esses materiais, a produção da argamassa se deu na proporção de mistura 1:4,5 (cimento:agregado) em massa, com adição de água até obter a consistência no intervalo de 260 ± 5 mm. (ABNT, 2019). Essa composição foi aplicada para revestimento de todos os blocos da amostra.

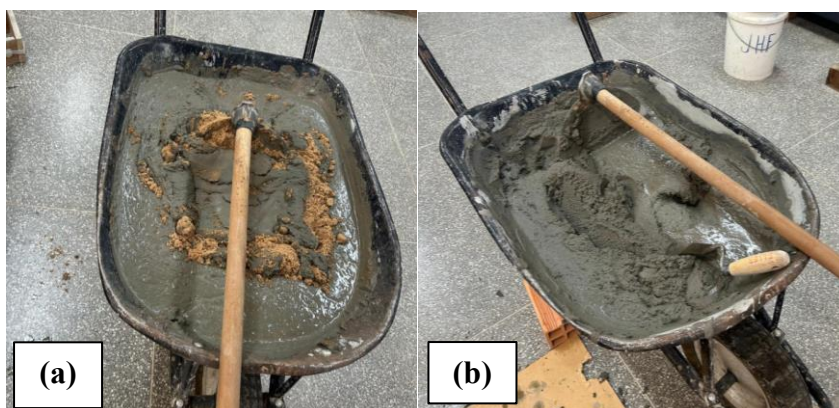
3.2 Confeção da amostra

Como apresentado anteriormente, a análise de umidade se dará em amostras compostas por blocos de alvenaria revestidos em camada única, sem chapisco, por uma argamassa cimentícia produzida *in loco* com uma espessura de 2 cm.

Foi definido juntamente com o docente que todo o composto para revestimento seria produzido de uma só vez, de modo a preservar a mesma porosidade na argamassa de todos os blocos, visto que fatores relacionados a condições externas (como tempo de mistura, consistência do amassamento e condições ambientais) poderiam variar essa característica, ainda que seguindo uma só proporção de mistura.

Por esse motivo, o composto não pôde ser feito com o auxílio de uma argamassadeira, conforme propõe os procedimentos de mistura mecânica normatizados pela NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos (ABNT, 2019c). Ainda assim, os preceitos dessa norma foram mantidos, mas com a homogeneização dos materiais feitos em um carrinho de mão de 70 litros por intermédio de uma enxada, conforme mostra a imagem 20 abaixo.

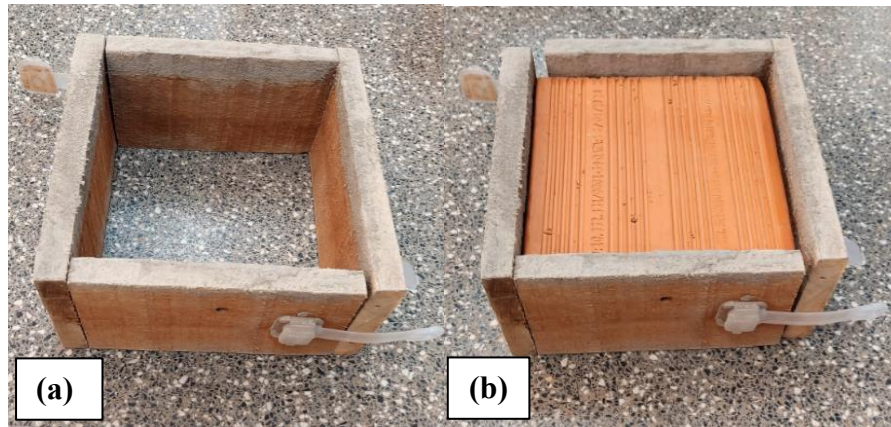
Figura 20 - Produção de argamassa para revestimento: (a) durante mistura; (b) finalizada



Fonte: Autor (2024)

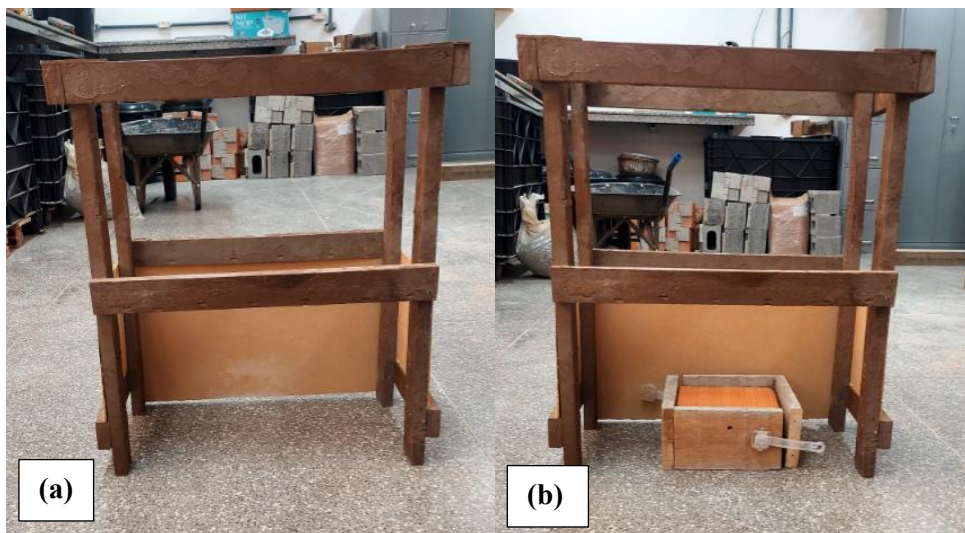
Para execução do revestimento dos blocos, eles serão encaixados em moldes de madeira, conforme mostra a Figura 21, e posicionados no centro de estruturas maiores, também em madeira, como mostra a Figura 22.

Figura 21 - (a) Molde a ser utilizado; (b) Bloco cerâmico encaixado no molde



Fonte: Autor (2024)

Figura 22 - (a) Estrutura de lançamento de argamassa a ser utilizada; (b) Bloco posicionado na estrutura

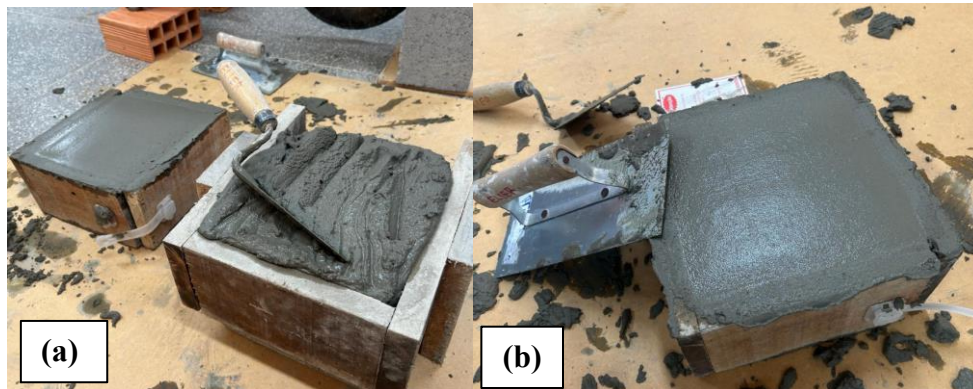


Fonte: Autor (2024)

Com uma concha para concreto, a argamassa foi colhida do carrinho e posicionada na parte de superior da estrutura maior, servindo como plataforma de lançamento do composto, ao emborcar o instrumento e deixar que a argamassa caísse por uma altura entre 50 e 55 cm até a face do bloco, simulando o procedimento que ocorre em obra.

Feito isso, utilizou-se uma desempenadeira para sarrafear o revestimento do bloco, em que os moldes de madeira auxiliaram na finalização do processo de revestimento: como limite superficial realizar revestimento completo, além de controlar a espessura da camada, pois suas alturas acima da face do bloco já indicam o nível de 2 cm desejado. Como mostra a imagem 23 abaixo.

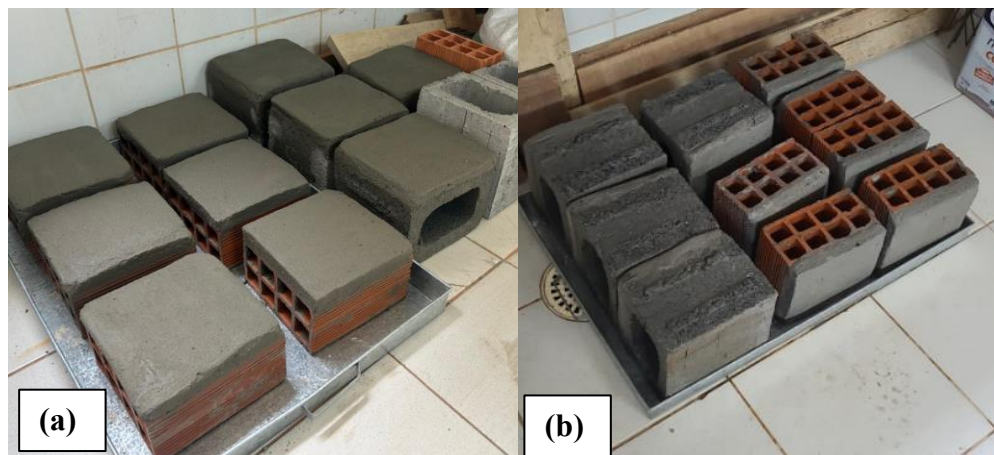
Figura 23 - (a) Espalhamento da argamassa; (b) Sarrafeamento concluído



Fonte: Autor (2024)

Depois de totalmente revestidos, os blocos serão removidos dos moldes e, após um dia expostos à temperatura ambiente, postos à cura submersa em tanques d'água, por um período de 28 dias. Após isso, postos à secagem ao ar livre (Figura 24).

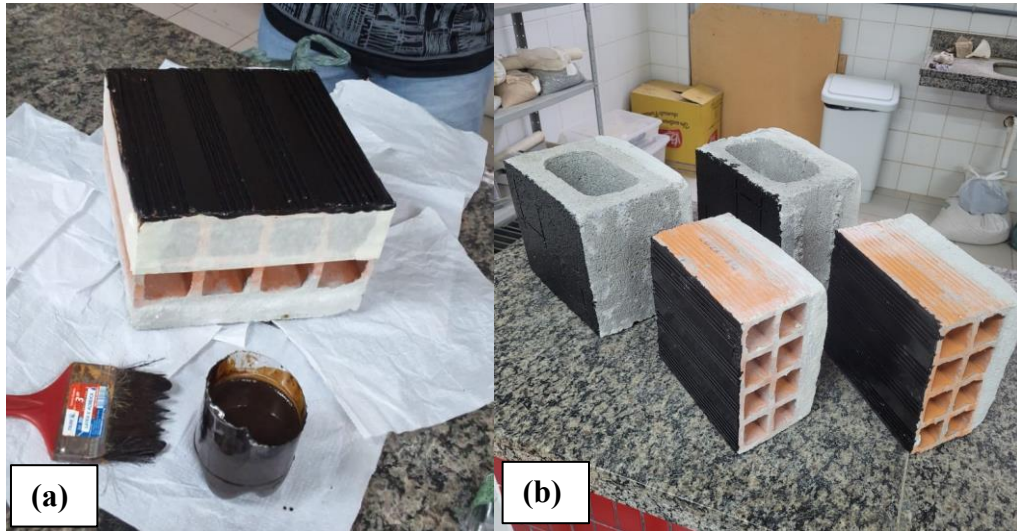
Figura 24- (a) Blocos logo após serem revestidos; (b) Blocos logo após cura submersa



Fonte: Autor (2025)

Depois de totalmente secos, metade dos blocos foi separada para aplicação do impermeabilizante na face oposta não revestida. Ele foi aplicado em duas camadas finas com um dia de intervalo entre elas, para secagem do composto. Esse processo é mostrado na imagem 25 abaixo.

Figura 25 - (a) Aplicação do impermeabilizante; (b) Metade da amostra com impermeabilizante aplicado



Fonte: Autor (2025)

Ao final desse procedimento, obteve-se o seguinte panorama:

- Uma amostra composta por 8 blocos designados pela nomenclatura **GF’N’**, sendo ‘N’ correspondente à sua numeração;
- Eles estão classificados em quatro tipos diferentes:
 - Bloco Cerâmico sem Impermeabilizante (**BCS**);
 - Bloco Cerâmico com Impermeabilizante (**BCC**);
 - Bloco de Concreto sem Impermeabilizante (**BCrS**);
 - Bloco de Concreto com Impermeabilizante (**BCrC**).

A relação dos blocos de acordo com seus tipos se encontra no quadro abaixo.

Quadro 2 - Relação dos blocos analisados e suas variações

Tipo	Blocos
BCS	GF2; GF5
BCC	GF1; GF6
BCrS	GF3; GF7
BCrC	GF4; GF8

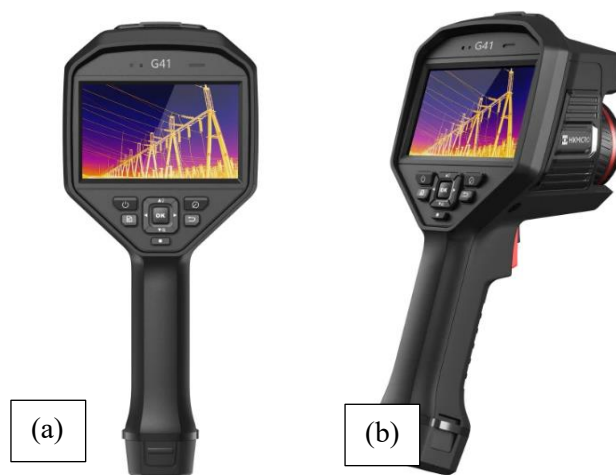
Fonte: Autor (2025)

3.3 Descrição dos aparelhos utilizados

Câmera Infravermelha

Para realizar a análise termográfica deste trabalho foi utilizada uma câmera infravermelha modelo Hikmicro G41 (Figura 26). Se trata de um equipamento de alta precisão, próprio para trabalhar com altas temperaturas e ideal para medições em pavimentos e paredes, elemento de interesse. Essa aplicabilidade do aparelho e a disposição dele pela instituição justificam a escolha da sua utilização (Sensors.NL, [s.d.]).

Figura 26 - Modelo da câmera infravermelha a ser utilizada, (a) visão traseira; (b) visão de perfil)



Fonte: Hikmicro (s.d.)

Os arquivos gerados pelo aparelho foram armazenados de forma radiométrica e, através de um cartão MicroSD, puderam ser transpostos para prós processamento em computadores utilizando o programa gratuito da fabricante do equipamento, o Hikmicro Analyzer (Sensors.NL, [s.d.]).

Um panorama geral das características da câmera infravermelha pode ser visto no quadro abaixo.

Quadro 3 - Especificações técnicas da câmera termográfica infravermelha Hikmicro G41

Especificações	
Modelo	G41
IR Resolução	480x360 (172 800 pixels)
Frequência da Imagem	50 Hz
Resolução geométrica	0,68 mrad
Campo de visão	18,7° x 14°
Faixa de Temperatura	-20°C a 650°C
Foco	Manual/Automático/A laser
Tela	LCD; 4,3''; TouchScreen

Fonte: Hikmicro (s.d.)

3.4 Experimento

A finalidade de todo o procedimento é simular a ação da umidade ascensional em blocos de alvenaria, como mostra a Figura 27 e comparar a avaliação do fenômeno através do uso da gravimetria e da termografia de infravermelho.

Figura 27 - Mancha de umidade presente nos blocos após serem ensaiados



Fonte: Almeida (2021)

O experimento foi realizado em temperatura controlada e, por isso, todo o processo aconteceu no laboratório da universidade com o aparelho de ar-condicionado ligado à 22°C. Ele foi posto em funcionamento horas antes de todo procedimento a fim de que o ambiente, amostra e os equipamentos ficassem em temperatura semelhante.

O experimento consiste em submeter os blocos revestidos ao ensaio de determinação de absorção de água por capilaridade com metodologia prevista nas normas NBR 15259 (ABNT, 2005b) e NBR 9779 (ABNT, 2012), com a pesagem dos blocos em consoante ao método termográfico de aferição.

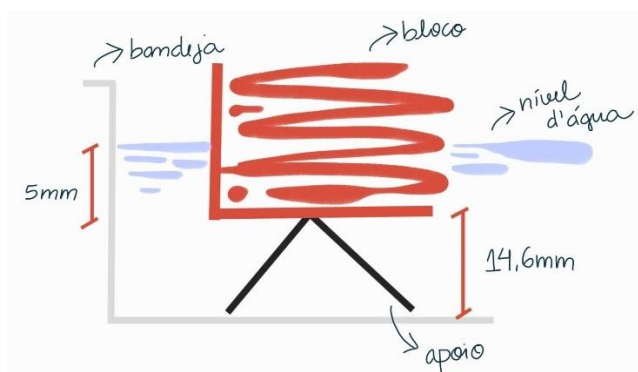
Para isso, foi utilizada uma bandeja metálica retangular (dimensões internas 701x498x55mm) e suportes de ferro (dimensões 250x26x14,6mm). Estes foram dispostos sobre a superfície da bandeja (Figura 28) e em seguida, foi colocada água até que nível final registrasse a altura de 5mm da base do bloco, como mostra a ilustração a seguir (Figura 29).

Figura 28 - Bandeja com apoios posicionados



Fonte: Autor (2025)

Figura 29 - Ilustração que indica posição do bloco dentro da bandeja



Fonte: Autor (2025)

Para composição da estrutura do ensaio foi montado também o aparato para aferição das imagens infravermelha. Conforme ilustrado na imagem a seguir (Figura 30), a montagem inclui uma base de madeira com fundo, revestida por um tecido preto, cuja função é reduzir a refletância de luzes do ambiente que poderiam interferir na captura do termograma. Além disso, a base recebeu marcações que indicam as posições exatas onde os blocos deveriam ser colocados em todas as aferições para garantir a padronização do enquadramento nas imagens geradas.

Já na parte esquerda, se encontra um tripé com a câmera Hikmicro G41 acoplada. Para garantir a vista mais ortogonal possível e a melhor aproximação com o elemento, a lente foi

posicionada a 1,3 metros de distância do bloco e a 0,80 metros do chão. Além disso, outros parâmetros previamente definidos foram:

Quadro 4 - Parâmetros aplicados para o ensaio

Temperatura atmosférica	22°C
Temperatura refletida	25°C
Emissividade	0,97
Umidade relativa do ar	60%

Fonte: Autor (2025)

Figura 30 - Posicionamento dos elementos para captura de termogramas



Fonte: Autor (2025)

Após a estabilização da água na bandeja, os blocos foram postos à água de dois em dois ou com base no espaço disponível que os apoios de ferro ofereciam. Simultaneamente, foi feita a monitoração do tempo de exposição de cada item de amostra, de modo que os dois procedimentos de análise fossem feitos nos momentos certos, além da monitoração do nível d'água da bandeja, com a reposição de mais água, conforme os blocos fossem absorvendo o volume disponível por capilaridade.

O ciclo de ensaio foi realizado com os seguintes passos:

1. Pesagem do bloco, ainda seco;
2. Posicionamento do bloco na bandeja (Figuras 31, 32 e 33);
 - Início cronometragem logo quando o bloco entrar em contato com a água;
3. Retirada do bloco da água no **momento de aferição t_x** ;
4. Secagem rápida e suave c/ um pano úmido;
 - Apenas para tirar a água excedente da superfície molhada;
5. Pesagem do bloco revestido no **momento t_1** (Figura 34);
6. Medição da altura de umidade c/ a régua (Figura 35);
 - Posicionar régua na metade do bloco;
7. Posicionamento do bloco p/ captura das imagens infravermelhas;
8. Captura dos termogramas do **momento t_1** (Figura 36);
 - Registro do bloco nas posições: Frente; Lado Esquerdo; Lado Direito.
9. Volta do bloco p/ a água para aferição no **momento t_2** .

Cada ciclo foi feito o mais rápido o possível e foi repetido até que obtivesse registro de todos os blocos nos momentos definidos. Além disso, é importante constar que todo o manuseio do operador com os blocos foi feito com luvas tricotadas c/ a parte tátil emborrachada de modo que o contato não interferisse nas características analisadas: água absorvida e temperatura superficial.

Figura 31 - Bloco monitorado durante execução do ensaio de capilaridade



Fonte: Autor (2025)

Figura 32 - BCS e BCC durante ensaio



Fonte: Autor (2025)

Figura 33 - BCrS e BCrC durante ensaio



Fonte: Autor (2025)

Figura 34 - Aferição de peso do bloco



Fonte: Autor (2025)

Figura 35 - Aferição da altura da mancha de umidade no bloco com régua



Fonte: Autor (2025)

Figura 36 - Aferição de imagem termográfica no bloco



Fonte: Autor (2025)

Para todos os indivíduos da amostra foram feitos registros nos 10 e 90 minutos do bloco em contato com a água, para acompanhar a primeira frente de entrada d'água e conseqüentemente, a análise da primeira etapa do fenômeno.

Os dados aferidos e as imagens captadas em todo o processo foram armazenados e processados a fim de analisar o comportamento do fenômeno.

3.5 Processamento de dados

A partir das massas registradas de todos os itens da amostra na primeira parte do experimento, será possível proceder a análise gravimétrica da umidade ascendente. Isso será

feito, primeiramente, com o cálculo do índice de absorção do conjunto bloco-revestimento, estabelecidos pela NBR 15259 (ABNT, 2005a), dado pela seguinte equação:

$$A_t = \frac{m_t - m_0}{S} \quad (01)$$

Em que:

A_t – absorção de água por capilaridade em cada tempo, em g/cm^2 ;

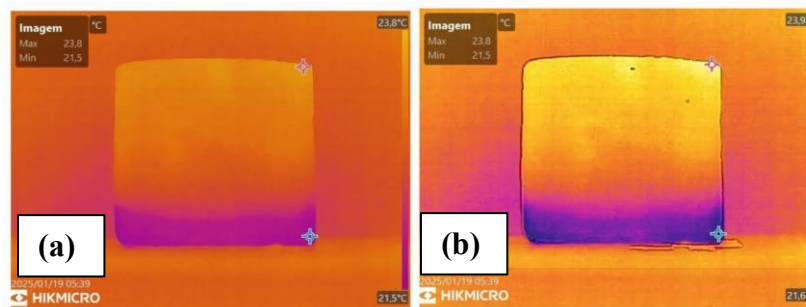
m_t – massa úmida do conjunto em cada tempo, em g;

m_0 – massa seca inicial do conjunto, em g;

S – área da seção transversal, em cm^2 .

Todas as imagens registradas foram exportadas para o software Hikmicro Analyzer, disponibilizado gratuitamente pela fabricante da câmera infravermelha, e analisadas em dois processos de medição. Antes disso, os termogramas passaram por tratamento visual no software para aumentar o contraste, realçar os contornos dos blocos e evidenciar melhor o espectro de temperaturas (Figura 37).

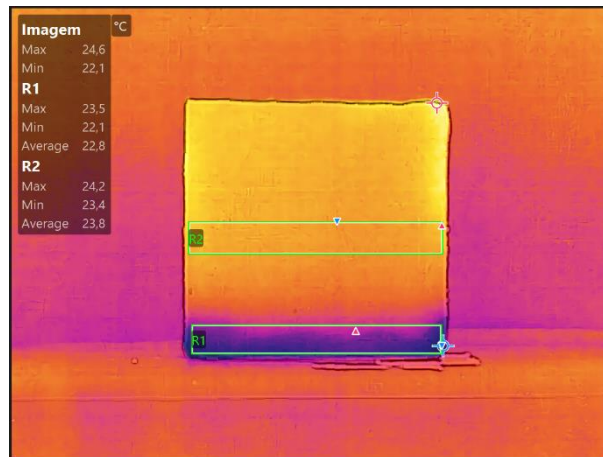
Figura 37 - Processo de tratamento de termograma: (a) antes; (b) depois



Fonte: Autor (2025)

O processo foi feito com o intuito de obter a temperatura média de cada área (úmida e seca), para cada indivíduo da amostra na face revestida e calcular a diferença de temperatura (ΔT) entre a área úmida e seca. Foram feitos retângulos que representassem essas áreas, conforme a seguir (Figura 38).

Figura 38 - Procedimento para cálculo do delta-T em cada bloco



Fonte: Autor (2025)

Em cada retângulo, o software exibe a temperatura média. Com a temperatura média da região úmida T_u (R1) e da região seca T_s (R2), foi possível obter o ΔT através da equação abaixo.

$$\Delta T = T_u - T_s \quad (02)$$

A partir dos valores para cada momento de aferição e cada tipo de bloco, foi possível traçar a análise da variação de temperatura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

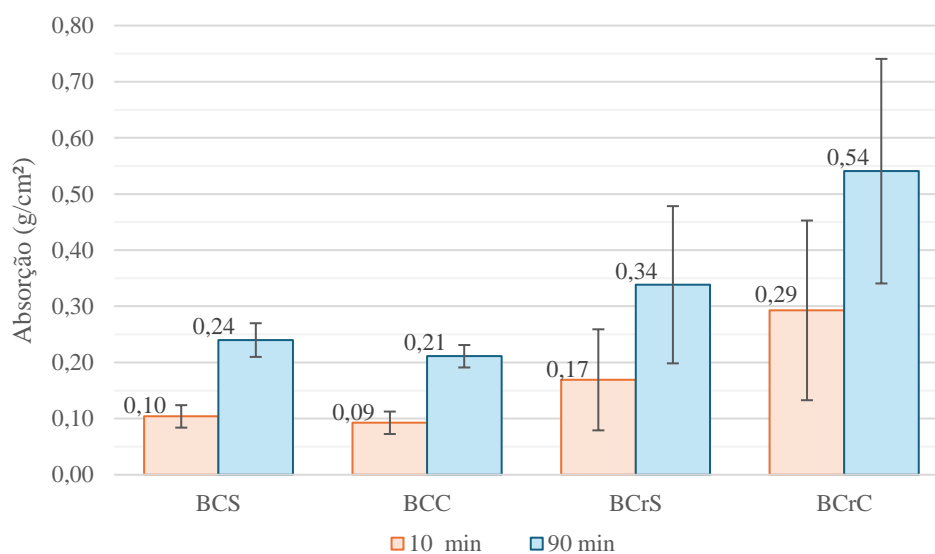
No presente capítulo são apresentados os resultados obtidos a partir da execução do planejamento experimental proposto referente a capilaridade. A análise se dará através da exposição do obtido pela avaliação gravimétrica, com gráficos expondo o índice de absorção, seguida da avaliação termográfica, com a exposição da altura de umidade, e por fim, a comparação entre os dois métodos. Em cada tópico são expostos gráficos e tabelas para tratar a respeito dos resultados alcançados para cada variação de indivíduo na amostra.

4.1 Avaliação por gravimetria

Absorção de água

Os resultados dos absorção obtidos também para os diferentes tipos de blocos e condições de impermeabilização estão apresentados de forma detalhada no Apêndice A e sintetizados no gráfico mostrado na Figura 39.

Figura 39 - Resultados da absorção dos blocos para cada configuração e cada tempo de ensaio.



Fonte: Autor (2025)

Todos os blocos apresentaram um aumento na absorção de água com o passar do tempo, o que já era esperado, visto que a absorção capilar ocorre gradualmente e ainda está em progresso nas primeiras horas de ensaio.

Além disso, é possível perceber patamares maiores nas médias dos índices de absorção para os blocos de concreto. Assim como a queda sutil de absorção os blocos cerâmicos sem e

com impermeabilizante, de 0,10 para 0,09 g/cm² (-10%) e 0,24 para 0,21 g/cm² (-12,5%), em 10 e 90 minutos respectivamente.

Também é perceptível o aumento considerável para os blocos de concreto sem e com aplicação de impermeabilizante, em 70,6% (0,17 para 0,29 g/cm²) e 58,8% (0,34 para 0,54 g/cm²) para os tempos de 10 e 90 minutos respectivamente.

É perceptível que valores para BCrS e BCrC apresentam desvios-padrão superiores aos de BCS e BCC, o que indica que a maior heterogeneidade estrutural entre os blocos de concreto não permite uma baixa dispersão entre os dados, ao contrário dos cerâmicos que têm superfícies mais regulares entre si e, conseqüentemente, têm porosidade e absorção mais próximas.

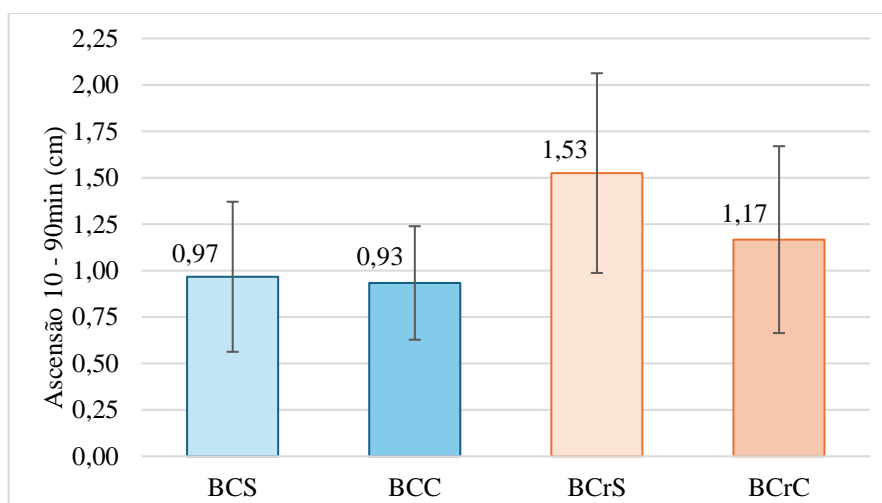
4.2 Avaliação por termografia infravermelha

Os dados referentes à progressão da mancha de umidade nos blocos foram obtidos através das alturas medidas na régua ao longo do tempo, acompanhadas de imagens digitais e termográficas registradas durante o experimento. Cada uma delas indicou a ascensão da umidade a sua maneira e isso será exposto a seguir.

Medidas analógicas

Para as medidas feitas com a régua milimetrada, foi observado o comportamento dos blocos de mesmo tipo no intervalo entre a medição de 10 e a de 90 minutos quanto a altura de ascendência. A síntese desses resultados pode ser vista no gráfico da imagem abaixo (Figura 40) e os dados detalhados estão expostos no apêndice B.

Figura 40 - Resultados da ascendência entre 10 e 90 minutos para cada tipo de bloco.



Fonte: Autor (2025)

O gráfico indica que o BCS teve uma ascensão média de 0,97 cm, enquanto o bloco com o impermeabilizante registrou um alcance médio ligeiramente menor, de 0,93 cm. O que indica que a presença dele é capaz de reduzir, ainda que pouco, o avanço da mancha de umidade no bloco de alvenaria.

Já no bloco de concreto apresenta o outro comportamento, o impermeabilizante limita sutilmente a propagação da água na face revestida, diminuindo a elevação média de 1,53 para 1,17 cm. Essa diferença pode ser atribuída ao impedimento da evaporação na superfície impermeabilizada, que leva ao acúmulo de umidade e altera a dinâmica da capilaridade do conjunto. Ainda assim, nota-se que o alcance dos resultados de ascensão para o bloco de concreto serem notoriamente maiores que o cerâmico, o denota como substrato de maior capilaridade, como mostrado nos resultados de índice de absorção.

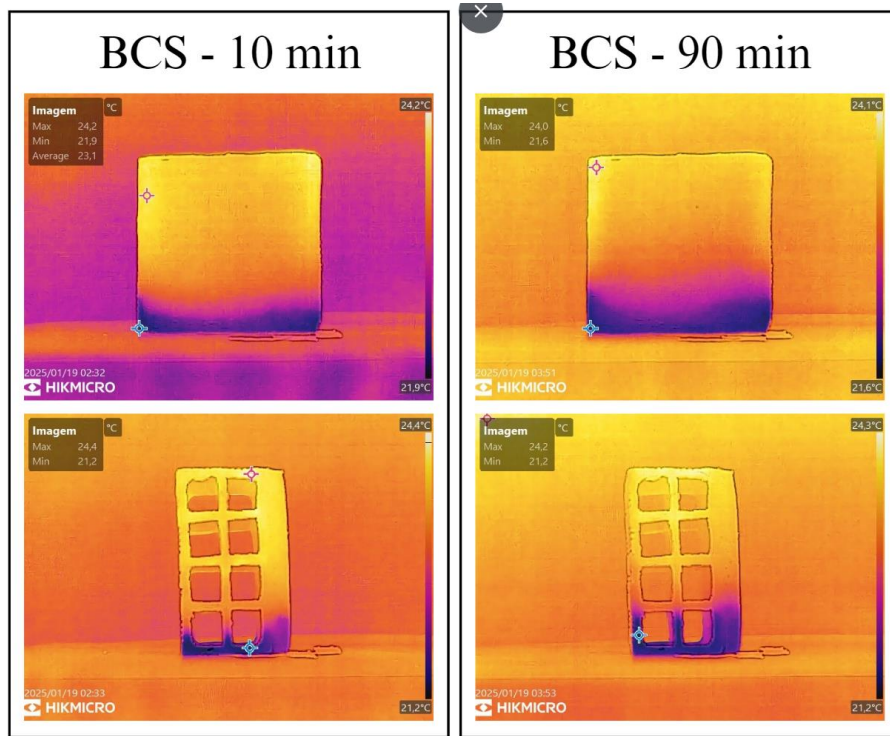
Ademais, é importante considerar que a dispersão dos dados observada nos resultados apenas elucida essas conclusões, uma vez que ela está relacionada à precisão oferecida pela régua milimetrada, que à vista da elevação de poucos centímetros entre as medições de 10 e 90 minutos, acaba por representar um percentual considerável na análise descritiva dos dados.

Compreensão dos termogramas

Com relação as imagens feitas para os blocos em todos os momentos definidos de aferição, encontra-se no apêndice D com a relatório completo dos registros dos blocos em todas as vistas feitas, bem como as suas informações de captura e justaposição dos termogramas com as imagens digitais.

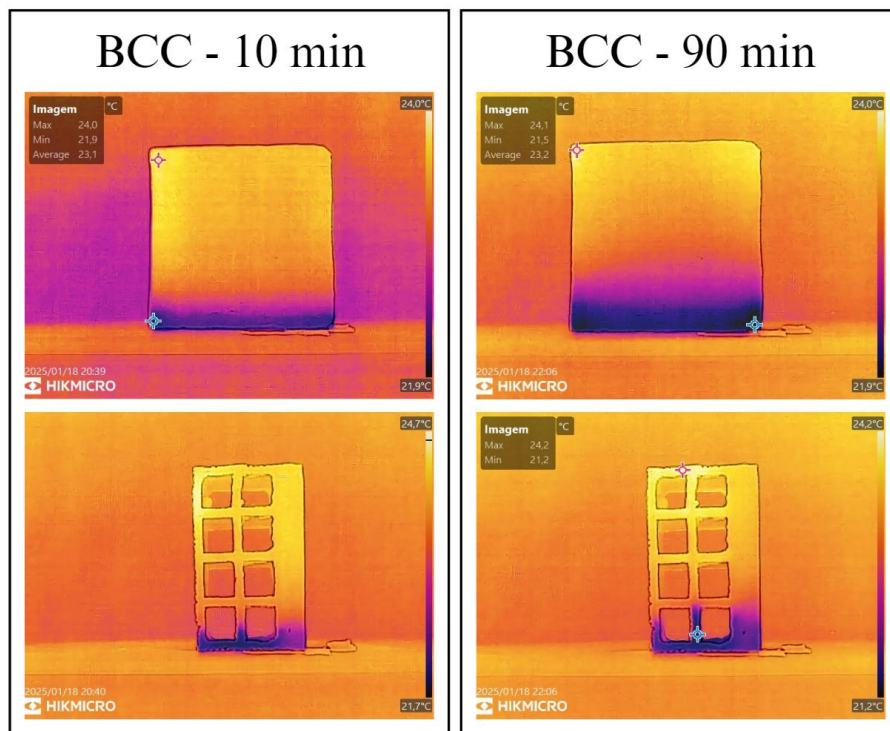
Para a análise dos resultados gerados nos blocos cerâmicos sem e com impermeabilizante, seguem os mosaicos das imagens abaixo (Figuras 41 e 42).

Figura 41 - Termogramas para bloco cerâmico sem impermeabilizante, vistas frontal e lat. esquerda



Fonte: Autor (2025)

Figura 42 - Termogramas para blocos cerâmicos com impermeabilizante - vistas frontal e lat. esquerda



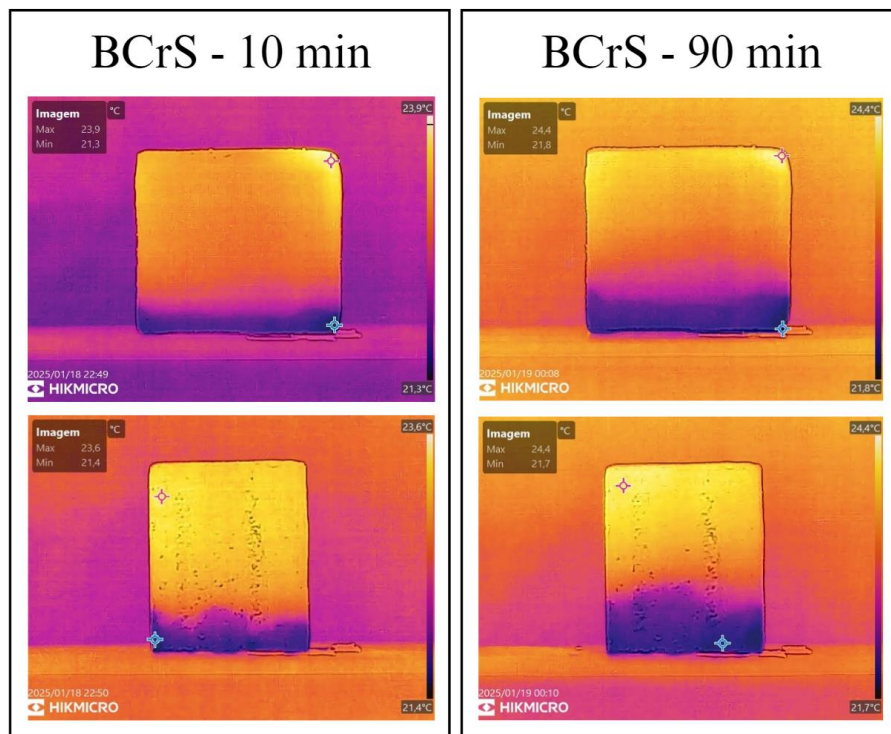
Fonte: Autor (2025)

Em ambas as imagens, vemos que a região de cores mais frias nos blocos trata-se da que registrou menores temperaturas e por isso, estava em contato com a água advinda do processo de capilaridade. Pelo fato dessa área de cores mais frias aumentar de 10 para 90 minutos, é perceptível que a água se elevou nas seções transversal e longitudinal, tanto para o bloco sem quanto para o bloco com impermeabilizante.

A progressão dessas cores de baixo para cima diz respeito justamente à variação do teor de umidade mostrado na simulação de Torres e Freitas (2006), na Figura 7.

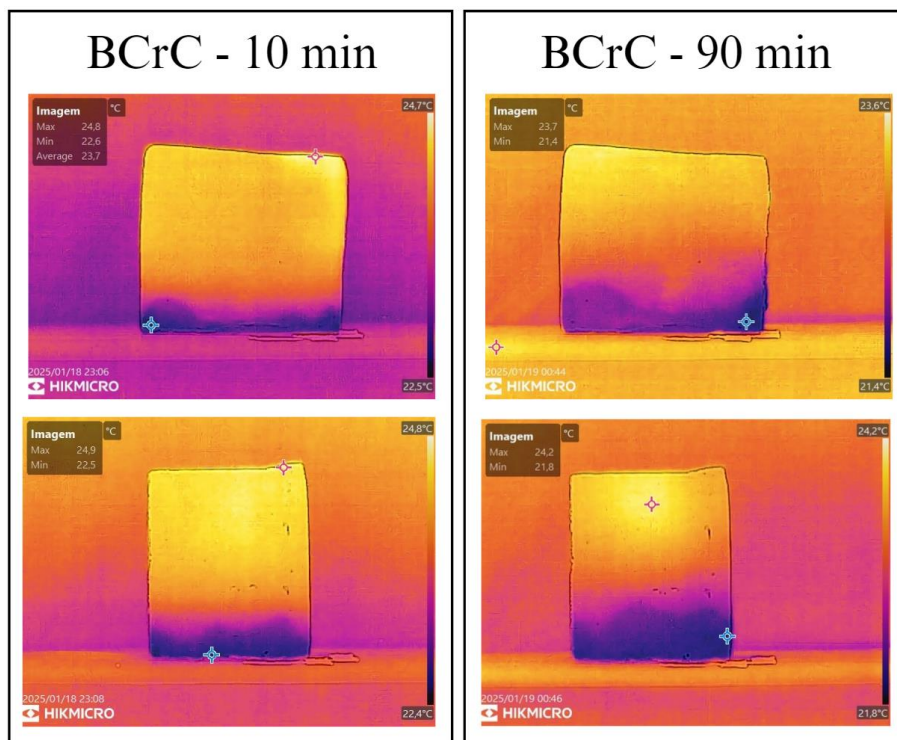
O mesmo padrão de comportamento é observado para os blocos de concreto, mostrados nos mosaicos abaixo nas Figuras 43 e 44.

Figura 43 - Termogramas para blocos de concreto sem impermeabilizante - vistas frontal e lat. esquerda



Fonte: Autor (2025)

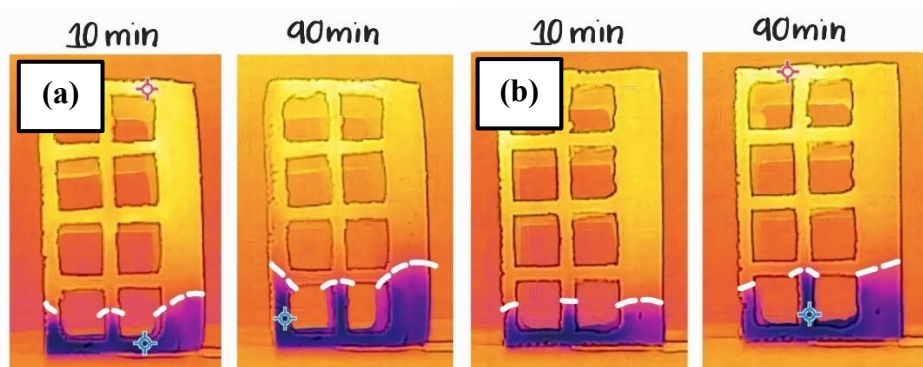
Figura 44 - Termogramas para blocos de concreto com impermeabilizante - vistas frontal e lat. esquerda



Fonte: Autor (2025)

Ao observar a lateral dos blocos cerâmicos, percebe-se a leve diminuição de altura no revestimento argamassado ocasionada pelo impermeabilizante e que essa região é a que registra as maiores alturas, ainda que em tonalidades mais claras, o que indica a menor concentração de água na superfície do bloco do que no interior, como mostram os detalhes da Figura 45.

Figura 45 - Progressão da frente úmida na seção transversal.: (a) para BCS; (b) para BCC

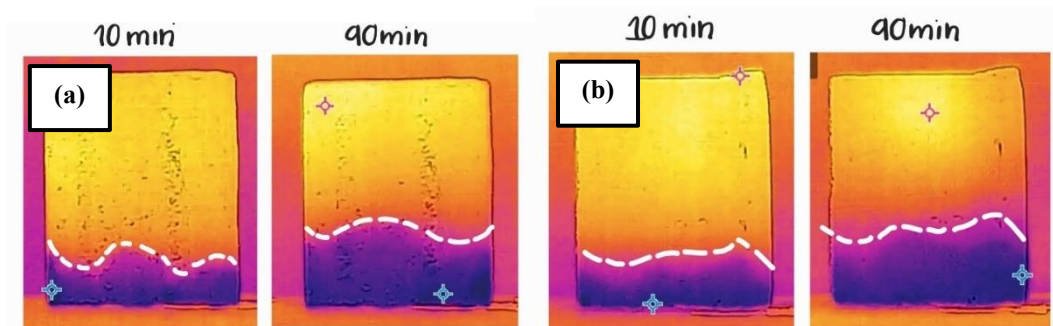


Fonte: Autor (2025)

O mesmo acontece para os blocos de concreto, que não só apontam a maior concentração de água na faixa central, como também as maiores alturas de umidade, que por sua vez não perceptíveis através do termograma da face revestida. Isso em consoante ao fato de

que os blocos de concreto com impermeabilizante registram maiores índices de absorção, ainda que houvesse a diminuição da altura de mancha na face revestida, como mostra o detalhe na Figura 46.

Figura 46 - Progressão da frente úmida na seção transversal para o: (a) BCrS (b) BCrC

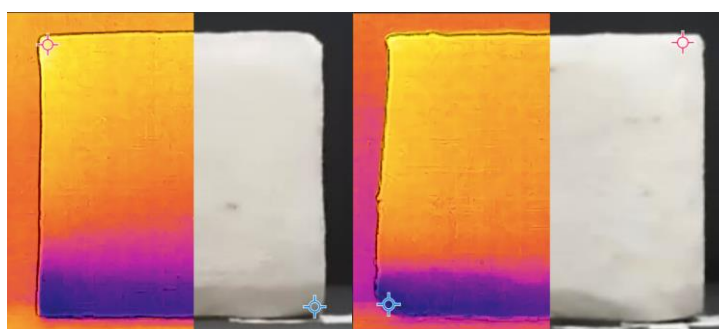


Fonte: Autor (2025)

Comparação termográfico x digital

Ao utilizar a opção de justaposição de imagens no software, foi feita a comparação entre as imagens termográficas geradas e as digitais que a câmera capturava simultaneamente. A relação completa desses resultados está no apêndice E. Para simular o comportamento, logo a seguir se encontram dois exemplares para os blocos cerâmico e de concreto (Figura 47).

Figura 47 - Divisão da fotográfica em vista termográfica e digital para: (a) bloco cerâmico; (b) bloco de concreto



Fonte: Autor (2025)

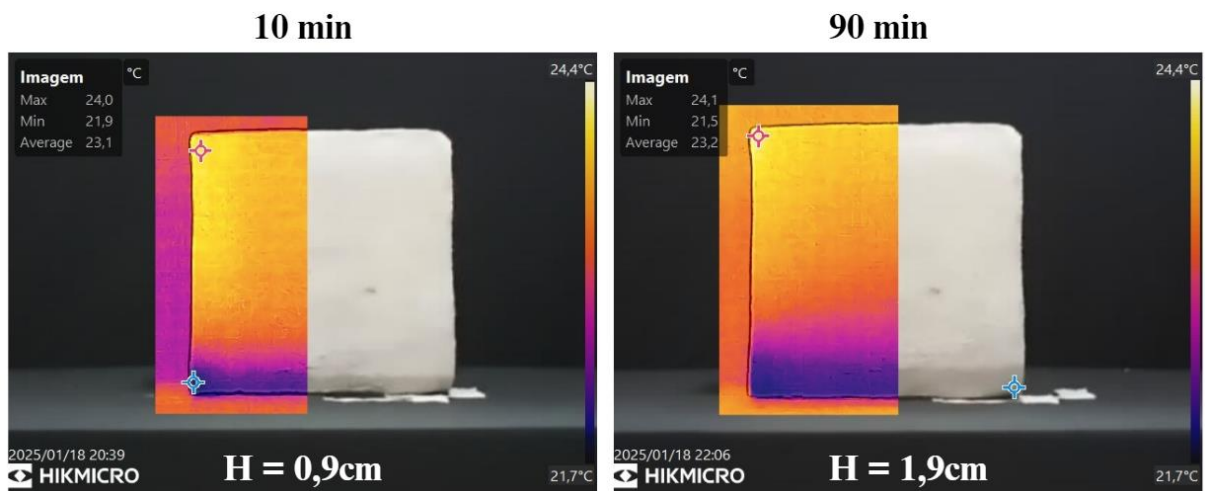
Nas imagens digitais dos blocos, a mancha de umidade divide visualmente o elemento em duas regiões bem definidas: uma inferior, mais escura, indicando a presença de água, e uma superior, mais clara, que aparenta estar seca. No entanto, essa distinção é limitada à percepção

visual, já que a fotografia comum não consegue captar variações térmicas ou a umidade retida em níveis mais sutis dentro do material.

No termograma, porém, é possível observar que a umidade não se restringe apenas à área escurecida da imagem digital. Além da região mais fria representada por tons azulados e roxos na parte inferior, nota-se a presença de tons rosados se estendendo para além da mancha visível na imagem convencional. Isso indica que ainda há umidade nessas áreas, mesmo que a olho nu pareçam secas. Esse efeito ocorre porque a água presente nos poros do material altera sua capacidade de armazenar e dissipar calor, fazendo com que regiões levemente úmidas ainda apresentem temperaturas mais baixas do que as partes totalmente secas, algo que apenas a termografia consegue detectar.

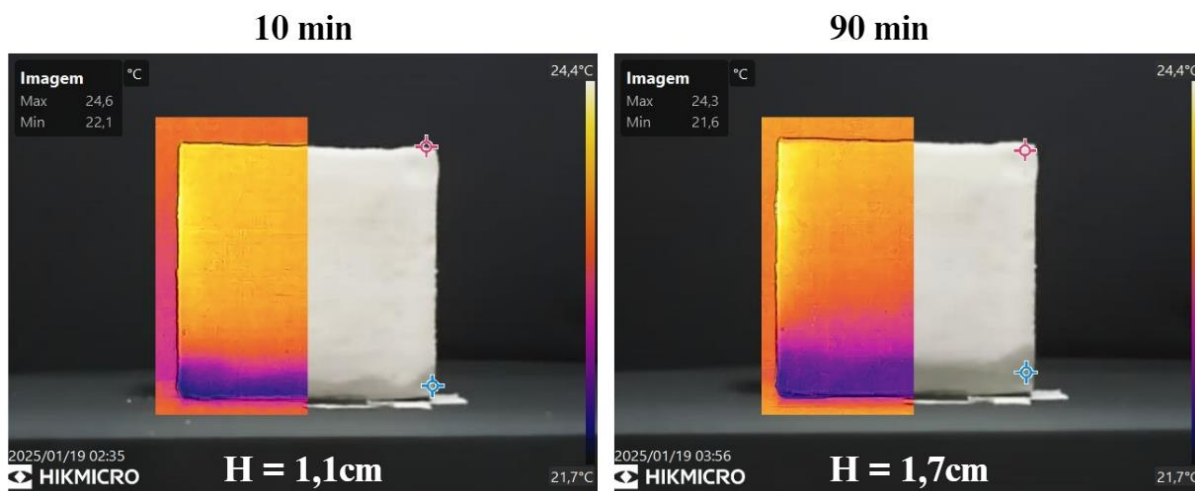
Ao colocar as informações visuais com as medidas da régua (H) feitas nos blocos, temos o seguinte panorama de evolução para as quatro variações mostrado nas imagens 48, 49, 50 e 51.

Figura 48 - BCS: Evolução mancha de umidade com registro de alturas analógicas



Fonte: Autor (2025)

Figura 49 - BCC: Evolução mancha de umidade com registro de alturas analógicas



Fonte: Autor (2025)

A comparação entre as Figuras 48 e 49 revela diferenças na propagação da umidade entre os blocos. No BCS a umidade ascendeu de 0,9 cm para 1,9 cm em 90 minutos, com a termografia evidenciando uma expansão significativa da mancha úmida na base. No BCC a altura aumentou de 1,1 cm para 1,7 cm, mas com menor progressão, sugerindo que a manta asfáltica limitou parcialmente a capilaridade. As imagens térmicas reforçam essa diferença, mostrando um crescimento mais homogêneo no BCS e uma distribuição mais restrita no BCC.

Ao observar o obtido para os blocos cerâmicos, é possível perceber que a altura medida com a régua indica somente o crescimento da faixa mais escura da mancha (cinza escuro), indicada pela cor roxa no termograma. Além disso, é admissível a captação qualitativa de que, tanto para o BCS quanto para o BCC, a evolução da zona “invisível” a olho nu (cor rosa no termograma) apresenta uma taxa de crescimento semelhante à sua respectiva zona visível.

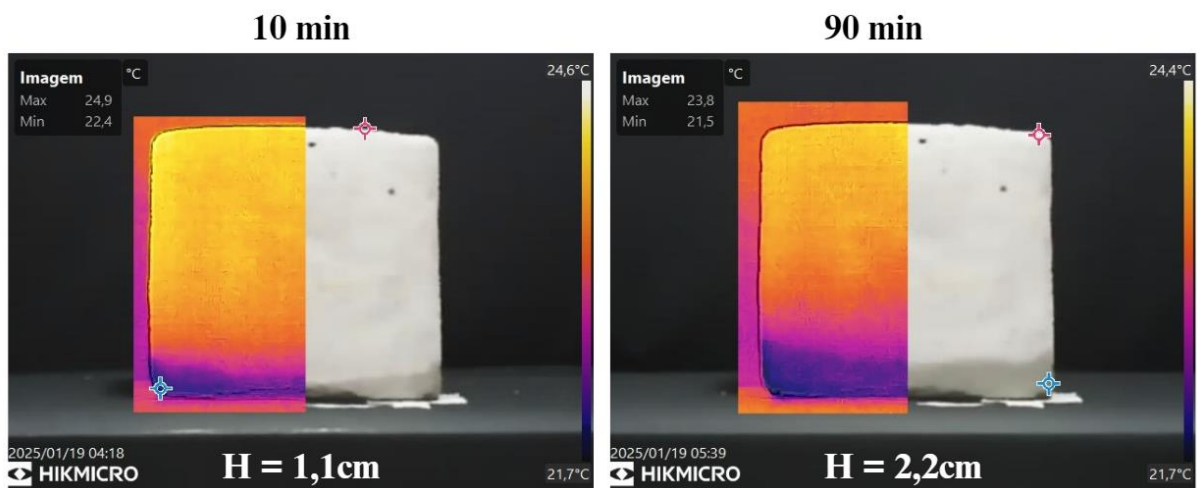
Ainda assim, pela justaposição com a imagem digital pode-se dizer que a zona úmida do BCC apresenta um contraste maior em relação ao restante do bloco do que o BCS, mostrando uma delimitação da região roxa mais evidente e coincidente com a mancha vista a olho nu, enquanto o outro tipo apresenta um gradiente maior. Isso sugere a água estava localizada em uma região mais concentrada no bloco cerâmico com impermeabilizante e mais dispersa no que não teve a aplicação.

Figura 50 - BCrS: Evolução mancha de umidade com registro de alturas analógicas



Fonte: Autor (2025)

Figura 51 - BCrC: Evolução mancha de umidade com registro de alturas analógicas



Fonte: Autor (2025)

No BCrS, a umidade inicial era de 1,3 cm, atingindo 3,5 cm após 90 minutos. A termografia evidencia um aumento expressivo da mancha úmida, indicando maior capilaridade em comparação bloco com impermeabilizante, que por sua vez registrou a progressão foi de 1,1 cm para 2,2 cm, confirmando uma ascensão mais contida da umidade. As imagens térmicas reforçam essa diferença, mostrando uma distribuição mais ampla e intensa no BCrS, enquanto no BCrC a propagação foi mais restrita, possivelmente devido à menor porosidade do concreto e ao efeito do adesivo impermeabilizante.

Variação da temperatura superficial

A partir do método para cálculo da variação de temperatura, foi calculado o ΔT entre as áreas úmida e seca de cada bloco, cuja relação completa se encontra no apêndice C. A tabela a seguir relaciona os resultados médios catalogados para cada tipo de bloco.

Tabela 4 - Resultado das variações médias de temperatura encontradas para os blocos

Tipo de Bloco	$\Delta T_{10 \text{ min}}$ (°C)	$\Delta T_{90 \text{ min}}$ (°C)	Progressão (°C)
BCS	-0,90	-0,85	↑ 0,05
BCC	-0,85	-0,80	↑ 0,05
BCrS	-0,90	-0,80	↑ 0,10
BCrC	-0,90	-0,70	↑ 0,20

Fonte: Autor (2025)

Todos os blocos registraram uma redução inicial na temperatura (valores negativos de ΔT), o que indica um resfriamento devido à absorção de água por capilaridade. Além disso, em todos os tipos de bloco, os delta-T registram valores no intervalo de -0,7 a -0,9 °C, valores que, se mantidos ao longo do tempo, podem propiciar o surgimento de patologias na alvenaria.

De 10 a 90 minutos, essa variação de temperatura diminui em magnitude, ou seja, os valores negativos tornam-se menos intensos, mostrando que os blocos gradualmente se estabilizam termicamente.

O comportamento do BCS e de BCC apresentaram uma progressão média positiva de 0,05°C, indicando um comportamento semelhante na recuperação térmica, o que mostra que a presença do aditivo não interfere na variação térmica do elemento.

Já quanto aos blocos de concreto, é observada uma progressão média maior, de 0,10°C para o BCrS e 0,20°C para o BCrC. Isso sugere que a estrutura do material permite um aquecimento ligeiramente mais rápido comparado ao cerâmico. Em relação à presença do impermeabilizante gerar uma variação mais acentuada, pode-se dizer que ele age como uma barreira a evaporação, o que pode forçar a umidade a se concentrar na face oposta do bloco, onde a dissipação térmica ocorre mais livremente e facilita o resfriamento da face revestida.

Todavia, essa diferença em relação ao bloco cerâmico não indica necessariamente uma evaporação mais efetiva, visto que o valor de delta diz respeito à temperatura superficial do revestimento, que não registrou a maior altura de ascensão no bloco (Figura 40), mas que teve aumento dos seus valores médios de absorção (Figura 39).

Essa disparidade entre os resultados gravimétricos e termográficos mostra que a aferição do delta-T pode levar a interpretações errôneas, de que o fato do bloco de concreto se estabilizar termicamente mais rápido inferir que ele absorveu menos água, sendo que as massas dos blocos mostram o comportamento contrário.

Delta-T x Medidas analógicas

Para contrapor as médias das medidas da mancha de umidade com a média das variações térmicas obtidas nos mesmos blocos, temos as tabelas 5, 6, 7 e 8 a seguir.

Tabela 5 – BCS: Comparação entre variação térmica e ascensão de mancha capilar

Tipo de Bloco	$\Delta T_{10 \text{ min}} (\text{°C})$	$\Delta T_{90 \text{ min}} (\text{°C})$	Progressão (°C)
	-0,90	-0,85	↑ 0,05
BCS	h10 (cm)	h90 (cm)	Diferença (cm)
	2,6	3,5	1,0

Fonte: Autor (2025)

Tabela 6 - BCC: Comparação entre variação térmica e ascensão de mancha capilar

Tipo de Bloco	$\Delta T_{10 \text{ min}} (\text{°C})$	$\Delta T_{90 \text{ min}} (\text{°C})$	Progressão (°C)
	-0,85	-0,80	↑ 0,05
BCC	h10 (cm)	h90 (cm)	Diferença (cm)
	1,0	1,9	0,9

Fonte: Autor (2025)

É possível perceber que, por mais que os blocos cerâmicos registrem valores diferentes na variação térmica ($\Delta T_{10 \text{ min}}$ e $\Delta T_{90 \text{ min}}$) e na variação de altura da mancha (h10 e h90), ambos têm intervalos parecidos para a progressão e a diferença de ascensão, o que reforça a ideia de que a presença do impermeabilizante afetou minimamente o comportamento da mancha nos blocos cerâmicos.

Tabela 7 - BCrS: Comparação entre variação térmica e ascensão de mancha capilar

Tipo de Bloco	$\Delta T_{10 \text{ min}} (\text{°C})$	$\Delta T_{90 \text{ min}} (\text{°C})$	Progressão (°C)
	-0,90	-0,80	↑ 0,10
BCrS	h10 (cm)	h90 (cm)	Diferença (cm)
	1,1	2,6	1,5

Fonte: Autor (2025)

Tabela 8 - BCrC: Comparação entre variação térmica e ascensão de mancha capilar

Tipo de Bloco	$\Delta T_{10 \text{ min}} (\text{°C})$	$\Delta T_{90 \text{ min}} (\text{°C})$	Progressão (°C)
	-0,90	-0,70	↑ 0,20
BCrC	h10 (cm)	h90 (cm)	Diferença (cm)
	1,1	2,2	1,2

Fonte: Autor (2025)

Já quanto aos blocos de concreto, a diminuição da temperatura superficial é maior no bloco sem impermeabilizante, o que está em consoante à redução de progressão da mancha de umidade. Isso mostra que a tanto medição com régua quanto a aferição da variação térmica

apresentam diferenças significativas ao avaliar o fenômeno em substratos com e sem impermeabilizante.

4.3 Comparação entre gravimetria e termografia

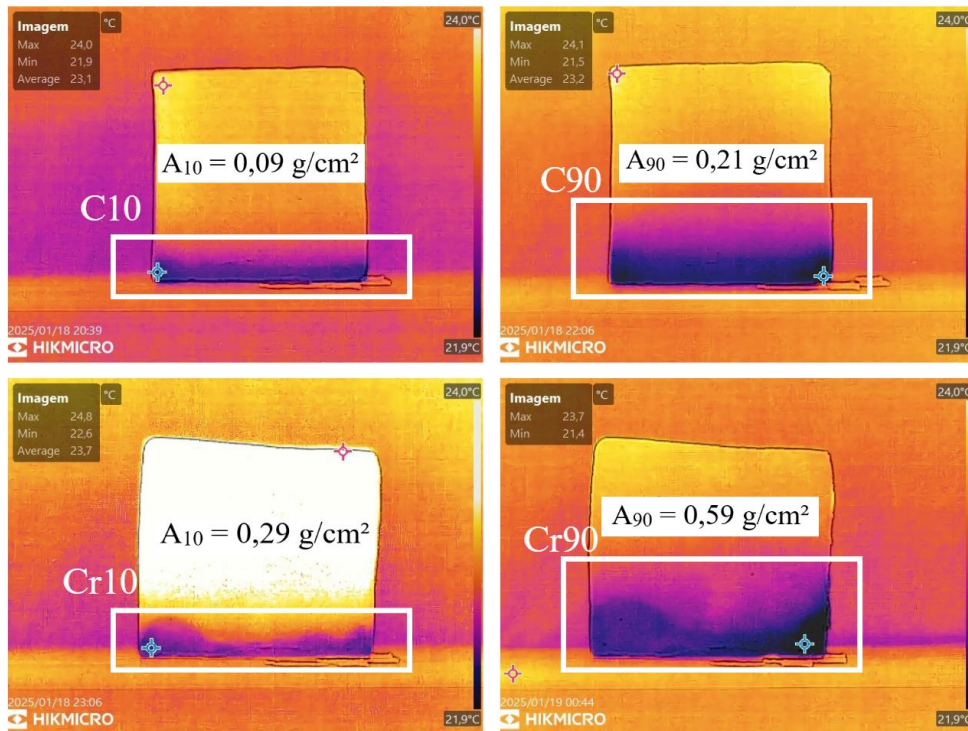
Após a análise de ambos os métodos, é possível traçar os paralelos entre os resultados obtidos.

- Para os blocos cerâmicos, a gravimetria e a termografia apresentam comportamentos semelhantes às variações propostas. A presença do impermeabilizante diminuiu o índice de absorção (Figura 39), assim como houve a diminuição da altura da frente úmida: tanto na medida com a régua (Figura 40), quanto na diferença de altura entre os termogramas (Figuras 41 e 42);
- Já quanto aos blocos de concreto, os métodos apresentam comportamentos contrários às variações propostas. Os índices aumentam de um bloco para outro, porém suas alturas diminuem. Isso não sugere uma relação direta entre os métodos, entretanto, a análise termográfica na seção transversal explica isso devido ao acúmulo de água no interior do bloco;

Termogramas x Índice de Absorção

Com relação a comparação entre as imagens e os dados obtidos, todas as imagens foram colocadas à mesma escala de temperatura para padronizar a visualização. Como resultado, temos a imagem abaixo que relaciona o bloco ao resultado de absorção correspondente (Figura 52).

Figura 52 - Tipos de blocos com suas respectivas absorções



Fonte: Autor (2025)

Ao contrapor as duas informações, temos que no bloco cerâmico o fato do valor da absorção aumentar mais de duas vezes de 10 para 90 minutos se mostra na comparação entre as duas imagens, visto que a região da mancha de umidade aumenta consideravelmente e a base do bloco tem cores abaixo do espectro, indicando temperatura menor que na escala determinada.

O mesmo acontece na comparação entre blocos de concreto, em que a absorção também aumenta mais de duas vezes e a mancha segue o mesmo comportamento da anterior. Por isso, é possível traçar uma relação direta entre o valor de absorção e o estado que a mancha de umidade se encontra, caso sejam mantidos os mesmos parâmetros.

Visto isso, é possível pensar que a partir das informações gravimétricas e termográficas de uma mancha de umidade em um determinado local, é possível, ao garantir condições equivalentes, estimar um valor ou ao menos avaliar a gravidade da mancha em outra região com características similares.

Entretanto, é notável que não se pode traçar o mesmo paralelo entre as regiões C10 e Cr10 (ou C90 e Cr90), que têm faixas de umidade semelhantes, porém têm valores de absorção bem distintos. O que mostra que a mensuração de umidade pode ser distinta em materiais diferentes, ainda que registrem temperaturas iguais.

Delta-T x Índice de Absorção

Ao repetir o mesmo procedimento para comparar os resultados de variação térmica e dos índices de absorção encontrados para cada tipo de blocos, obteve-se a relação de valores que pode ser observada nas tabelas 9 e 10 abaixo.

Tabela 9 - Comparação entre variação térmica e índice de absorção dos blocos cerâmicos

BCS	$\Delta T_{10 \text{ min}} (\text{°C})$	$\Delta T_{90 \text{ min}} (\text{°C})$	Progressão (°C)
	-0,90	-0,85	↑ 0,05
	$A_{10} (\text{g/cm}^2)$	$A_{90} (\text{g/cm}^2)$	Diferença (g/cm ²)
	0,10	0,24	0,14
BCC	$\Delta T_{10 \text{ min}} (\text{°C})$	$\Delta T_{90 \text{ min}} (\text{°C})$	Progressão (°C)
	-0,85	-0,80	↑ 0,05
	$A_{10} (\text{g/cm}^2)$	$A_{90} (\text{g/cm}^2)$	Diferença (g/cm ²)
	0,09	0,21	0,12

Tabela 10 - Comparação entre variação térmica e índice de absorção dos blocos de concreto

BCrS	$\Delta T_{10 \text{ min}} (\text{°C})$	$\Delta T_{90 \text{ min}} (\text{°C})$	Progressão (°C)
	-0,90	-0,80	↑ 0,10
	$A_{10} (\text{g/cm}^2)$	$A_{90} (\text{g/cm}^2)$	Diferença (g/cm ²)
	0,17	0,34	0,17
BCrC	$\Delta T_{10 \text{ min}} (\text{°C})$	$\Delta T_{90 \text{ min}} (\text{°C})$	Progressão (°C)
	-0,90	-0,70	↑ 0,20
	$A_{10} (\text{g/cm}^2)$	$A_{90} (\text{g/cm}^2)$	Diferença (g/cm ²)
	0,29	0,54	0,25

Fonte: Autor (2025)

Ao analisar as duas tabelas, é possível perceber que os blocos que apresentam maior progressão térmica (diferença entre $\Delta T_{10 \text{ min}}$ e $\Delta T_{90 \text{ min}}$) também tendem a ter uma maior absorção de umidade (diferença entre A_{10} e A_{90}). Isso se nota através da progressão que se estabelece entre esses dois parâmetros (0,05°C 0,12/0,14g/cm²; 0,10°C 0,17g/cm²; 0,20°C 0,25g/cm²). Esse comportamento pode sugerir que a presença de umidade impacta diretamente a dissipação térmica do material, pois áreas úmidas modificam a troca de calor com o ambiente.

Os blocos que absorvem mais umidade mostram uma mancha térmica mais intensa e com maior propagação nas imagens, o que coincide com a maior variação nos dados numéricos da tabela. Já os blocos que absorvem menos umidade apresentam uma progressão térmica mais estável, o que pode ser devido à presença do impermeabilizante que dificulta, ainda que pouco, a ascensão da umidade.

A princípio a progressão conjunta dos dois parâmetros aparenta-se contraintuitiva, entretanto é importante salientar que a estabilização térmica tem duas interpretações, a de que o avanço da frente úmida está cessando, ou de que está avançando, e por consequência, e diminuindo a temperatura da região seca.

Nesse ponto de vista, o valor do delta-T não oferece completa caracterização do fenômeno analisado, devido à dubiedade de interpretação e ao fato de analisar apenas a superfície da parede, uma vez que a análise da lateral do bloco revela um avanço não perceptível pelo revestimento.

Dessa forma, observa-se que termografia e gravimetria apresentam semelhanças na análise da umidade, mas também diferenças significativas. A termografia é mais eficaz quando as condições de fluxo permanecem constantes em toda a seção transversal da alvenaria. Já em cenários onde essa uniformidade não se mantém, a análise visual pode levar a interpretações imprecisas sobre a gravidade da patologia. Nesse sentido, a inserção de ensaios físicos é bem-vinda para compreensão melhor do fenômeno.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa é possível concluir que:

- A gravimetria permitiu a quantificação direta da absorção de água, atestando a natureza dos materiais e variações empregadas;
- O comportamento da umidade variou conforme o tipo de bloco, demonstrando que a absorção e a retenção de água são diretamente influenciadas pelo material. Nesse sentido, o bloco cerâmico demonstrou resultados mais favoráveis à entrada de água;
- A membrana asfáltica não apresentou efeito significativo nos blocos cerâmicos, mas promoveu o acúmulo localizado de umidade nos blocos de concreto, alterando sua dinâmica térmica, o que pode favorecer a ocorrência de patologias;
- A termografia demonstrou ser uma ferramenta eficiente para identificar variações térmicas associadas à presença de umidade, possibilitando a detecção de anomalias com maior precisão;
- A termografia demonstrou ser eficiente na detecção preliminar da umidade, com sua localização e extensão, porém não foi suficiente para determinar sua gravidade com precisão;
- A variação térmica (ΔT) observada mostra que, mesmo com pouco tempo e um baixo nível de exposição à água, os blocos já registram valores suficientes para propiciar o surgimento de patologias;
- A variação térmica (ΔT) observada está diretamente relacionada à capacidade de absorção do material de revestimento e não se mostrou representativa ao expor o comportamento do bloco como um todo, tornando essencial a complementação com ensaios quantitativos, como a gravimetria;
- A combinação da termografia com métodos físicos, como a gravimetria, proporciona um panorama mais completo e um diagnóstico mais preciso da umidade ascensional;
- A análise de imagens termográficas permite traçar uma relação entre a absorção de um material em momentos diferentes;
- Não é possível traçar correlação entre absorções de materiais diferentes que exibam comportamento parecido no termograma.

Dessa forma, os resultados obtidos alcançaram os objetivos propostos para este trabalho. Assim, a análise comparativa entre os métodos de gravimetria e termografia infravermelha na análise da umidade ascensional têm relevância ao passo em que ambos têm informações singulares importantes a oferecer a respeito do fenômeno.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No intuito de dar continuidade à vertente pesquisa para aprofundamento de resultados, propõe-se para trabalhos futuros:

- Realizar o estudo de forma mais aprofundada para traçar com mais precisão a relação entre a absorção e a mensuração pelo termograma, de forma a inferir algum de método de correlação entre os procedimentos;
- Realizar o estudo em protótipos maiores, com as laterais dos blocos confinadas ou na coligação com outros blocos, para verificar a ação da evaporação em um conjunto maior;
- Estender o período de ensaio para verificar o comportamento dos parâmetros até estabilização da frente úmida;
- Inserir o ciclo de molhagem e secagem nos protótipos avaliados para verificar a influência dessa variante nos parâmetros e inferir a respeito do aparecimento de patologias na alvenaria;
- Realizar os estudos em paredes com diferentes tipos de revestimento, para aumentar a abrangência de resultados, inclusive no que diz respeito as cores dos revestimentos;
- Realizar os estudos com outras técnicas de impermeabilização para avaliar a interferência do composto.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. Z. L. DE. **Argamassas de revestimento produzidas com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Barreiras. 2021.

ANDRADE, L. M. et al. Análise de patologias em instalações hidráulicas e sanitárias de edificações residenciais e comerciais / Analysis of pathologies in hydraulic and sanitary installations of residential and commercial buildings. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 11, p. 109639–109658, 2021.

ANTUNES, G. R. **Contribuição para avaliação de desempenho de revestimentos de argamassa reforçados com telas metálicas**. Porto Alegre Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15259: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação de absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade**. Rio de Janeiro ABNT, 2005a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13280: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido**. Rio de Janeiro ABNT, 2005b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação de absorção de água, índice de vazios e massa específica**. Rio de Janeiro ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9779: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por capilaridade**. Rio de Janeiro ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Terminologia**. Rio de Janeiro ABNT, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação**. Rio de Janeiro ABNT, 2013b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15575-4: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE**. Rio de Janeiro ABNT, 2013c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6136: Blocos vazados de Concreto Simples para Alvenaria - Requisitos**. Rio de Janeiro ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7215: Cimento Portland - Determinação de resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 16747: Inspeção Predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento.** Rio de Janeiro ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15575-4: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE.** Rio de Janeiro ABNT, 2021a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro ABNT, 2021b. Disponível em: <www.abnt.org.br>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 17054: Agregados - Determinação da composição granulométrica - Método de ensaio.** Rio de Janeiro ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15270: Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 1: Requisitos.** Rio de Janeiro ABNT, 2023a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13281-1: Argamassas inorgânicas - Requisitos e métodos de ensaios - Parte 1: Argamassas para revestimento de paredes e tetos.** Rio de Janeiro ABNT, 2023b.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA - ANICER. **Dados do Setor.** Disponível em: <<https://www.anicer.com.br/anicer/setor/>>. Acesso em: 21 maio. 2024.

BARREIRA, E. S. B. M. **Aplicação da termografia ao estudo do comportamento higrotérmico dos edifícios.** Lisboa Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto, 2004. Disponível em: <<https://repositorioaberto.up.pt/handle/10216/11563>>

BAUER, E.; PAVÓN, E. Termografia de infravermelho na identificação e avaliação de manifestações patológicas em edifícios. **Concreto & Construções**, p. 93–98, 2015.

BERTOLINI, L. **Materiais de Construção: patologia, reabilitação, prevenção.** São Paulo - SP, Brasil: Oficina dos Textos, 2010.

BRUXEL, E. **Umidade ascensional : análise da eficácia de bloqueador químico à base de silicatos para.** TCC (Graduação) Lajeado Universidade do Vale do Taquari, 2023.

CABAÇA, S. C. **Humidade ascendente em paredes de edifícios antigos: processos de reabilitação e prevenção.** , 2002. Disponível em: <http://www.techitt.com/Homepage/2003_ConstrulinkPress/Ficheiros/MonografiasPrimeirasPaginas/mn_9_nov_2002_humidade6.pdf>

CAMARGO QUÍMICA. **Capacidade da Indústria do Concreto.** Disponível em: <<https://casadoconcreto.wordpress.com/2013/04/25/capacidade-da-industria-do-concreto/>>. Acesso em: 10 maio. 2024.

CARASEK, H. Argamassas - Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. In: **Materiais de Construção Civil e princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** [s.l.] IBRACON, 2010. p. 893–941.

CARVALHO, P. N. **Medição do Teor de Umidade em Materiais de Construção**. Porto Universidade do Porto, 2010.

CÔRREA, L. R. **Sustentabilidade na Construção Civil**. Belo Horizonte Escola de Engenharia da UFMG, 2009.

DE NONI JUNIOR, A. **Estudo das propriedades mecânicas de porcelanato através da avaliação de tensões residuais microscópicas e macroscópicas originadas durante a etapa de resfriamento do ciclo de queima**. Dissertação (Mestrado) Florianópolis Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

DORNELLES, K. A. **Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA**. Campinas, SP Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2008. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000445233%3E>>

EXTERCKOETTER, D.; ZANCAN, E. C. **Manifestação da patologia de umidade ascendente: estudo de caso da recuperação de uma residência unifamiliar, criciúma/sc**. Dissertação (Mestrado) Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2018.

FERNANDES, I. D. **Blocos e Pavers Produção e Controle de Qualidade**. Livro 6 ed.. Ribeirão Preto: [s.n.].

FIBERSALS. **Impermeabilização em paredes: como fazer para acabar com a infiltração**. Disponível em: <<https://fibersals.com.br/blog/impermeabilizacao-em-paredes-como-fazer/>>. Acesso em: 21 ago. 2024.

FRAZÃO, Y. A. **Umidade Ascendente em pé de Parede**. Disponível em: <<https://spotcursos.com.br/blogs/patologia-da-construcao/posts/umidade-ascendente-em-pe-de-parede>>. Acesso em: 5 ago. 2024.

FREITAS, J. G. DE; CARASEK, H.; CASCUDO, O. Utilização de termografia infravermelha para avaliação de fissuras em fachadas com revestimento de argamassa e pintura. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 1, p. 57–73, 2014.

FREITAS, S. S. DE; FREITAS, V. P. DE; BARREIRA, E. S. B. M. Detection of façade plaster detachments using infrared thermography - A nondestructive technique. In: **Construction and Building Materials**. [s.l: s.n.]. p. 80–87.

FREITAS, V. P. DE; TORRES, M. I.; GUIMARÃES, A. S. **Humidade Ascensional**. Livro FEUP Edição ed. Porto: [s.n.].

GARBACZ, A.; COURARD, L.; KOSTANA, K. Characterization of Concrete Surface roughness and its relation to adhesion in repairs systems. In: **Materials Characterization**. n. 4 ed. [s.l: s.n.]. p. 281–289.

GEWEHR, U. **Aplicabilidade e eficiência de dois métodos de saneamento de paredes degradadas por umidade e sais a partir de uma revisão bibliográfica e de um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado) Porto Alegre Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

GRATWICK, R. T. **La humedad en la construcción: sus causas y sus remedios**. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1971.

HENRIQUES, F. M. A. **Humidade em paredes**. 4 ed. Lisboa: LNEC, 2007.

HERRMANN, M. **Unmanned aerial vehicles in construction: An overview of current and proposed rules**. Construction Research Congress 2016. **Anais**. 2016.

HIKMICRO. **Series Gx1**. Disponível em: <<https://www.hikmicrotech.com/es/industrial-products/gx1-series-handheld-thermal-imager/>>. Acesso em: 27 jul. 2024.

HONÓRIO, T.; CARASEK, H. **Métodos para avaliação de absorção de água do substrato**. VII SBTA - Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. **Anais**. Curitiba: 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO - IBAPE/SP. **Cartilha de Inspeção Predial - Sistema Estrutural**. São Paulo - SP, Brasil IBAPE/SP, 2023. Disponível em: <<https://www.ibape-sp.org.br/adm/upload/uploads/1700337083-MINUTA - Cartilha Inspecao Predial - Sistemas Estrutural.pdf.pdf>>

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. **Site**. Disponível em: <<http://www.ibibrasil.org.br/index.php>>. Acesso em: 24 jun. 2024.

KETT. **Moisture Analyzers Concrete and Mortar Moisture Tester HI-520-2**. Disponível em: <https://www.kett.co.jp/products_en/hi-520-2/>. Acesso em: 4 ago. 2024.

KLÜPPEL, G. P.; SANTANA, M. C. DE. **Manual de conservação preventiva para edificações**. [s.l: s.n.].

LIMA, D. A. DE. **Análise de viabilidade técnica da utilização dos resíduos de construção e demolição como agregado reciclado em argamassas de revestimento**. Trabalho de Conclusão de Curso. Barreiras/BA, 2022. Disponível em: <https://pergamum.ufob.edu.br/pergamumweb/vinculos/00001b/00001b59.pdf>. Acesso em: 10 de nov. de 2023.

LIMA, P. A. S. et al. Patologias recorrentes em sistema de impermeabilização - Vitória da Conquista - BA. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, p. 32–55, 2020.

MACIEL, L. L.; BARROS, M. B.; SABBATINI, F. H. **Recomendações para a execução de revestimento de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. São Paulo - SP, Brasil Universidade de São Paulo - USP, 1998. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5075717/mod_resource/content/1/Apostila_Revestimento_Argamassa.pdf>

MAGALHÃES, D. T. **Inspeção, Diagnóstico e Controle da Ascensão Capilar de Águas do Terreno pelas Alvenarias: Aplicação na Igreja de Cidadelhe**. Vila Real Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.utad.pt/handle/10348/360>>

MARQUEZAN, L. et al. **Influência do tempo, do substrato e do tipo de cimento na**

absorção de água inicial e na aderência à tração do chapisco convencional. XIC SBTA - Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. **Anais.** João Pessoa: ANTAC, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.46421/sbta.v14.2902>>. Acesso em: 14 maio. 2024

MATOS, M. A. C. **Aula 9 - Análise Gravimétrica.** Juiz de Fora Universidade de Juiz de Fora, 2012. Disponível em: <<https://www2.ufjf.br/nupis//files/2011/08/aula-9-Análise-Gravimétrica-QUI094-2042.2.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2024

MEDEIROS, R. L. **Conformidade do Bloco Cerâmico e a qualidade da Alvenaria Estrutural.** Caratinga Instituto Doctim de Educação e Tecnologia, 2015.

MELO JÚNIOR, C. M. Metodologia para geração de mapas de danos de fachadas a partir de fotografias obtidas por veículo aéreo não tripulado e processamento digital de imagens. p. 376, 2016.

MONTECIELO, J. **Patologias Ocasionadas Pela Umidade Nas Edificações.** XXI Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão - UNICRUZ. **Anais.** Cruz Alta: RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, 2016.

MYSHKIN, N. K.; PETROKOVETS, M. I.; CHIZHIK, S. A. **Simulation of a real contact in tribology.** n. 1 ed. 1998.

NAPPI, S. B. **Umidade em paredes.**[s.l: s.n.].

NAZARIO, D.; ZANCAN, E. C. **Manifestações Das Patologias Construtivas Nas Edificações Públicas Da Rede Municipal De Criciúma: Inspeção Dos Sete Postos De Saúde.** Santa Catarina Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2011.

OLIVEIRA, L. A. A. DE; NUNES, L. A. DA S. **Estudo da infiltração por umidade ascendente em residências unifamiliares.** Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/3c2b7972-f63b-44f0-8c59-e0580df35498/content>>. Acesso em: 1 jul. 2024.

OLIVEIRA, V. C. DE. **Análise quantitativa da influência da rugosidade e da área de interface entre substratos cerâmicos e revestimento cimentício na resistência de aderência à tração.** São Leopoldo Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Programa de pós-Graduação em Engenharia Civil, 2022. Disponível em: <<http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/12042>>. Acesso em: 29 maio. 2024

PAES, I. L.; BAUER, E.; CARASEK, H. **Influência da estrutura de poros de argamassas mistas e de blocos de concreto e cerâmico no desempenho dos revestimentos.** VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. **Anais.** Florianópolis: 2005.

PAGNUSSAT, D. T.; MASUERO, A. B. **Avaliação da aderência de revestimentos de argamassa aplicados em substratos cerâmicos com diferentes condições superficiais.** IX SBTA - Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. **Anais.** Belo Horizonte: 2011.

PAVÓN, E. **Critérios e padrões de comportamento para avaliação de descolamentos cerâmicos com termografia de infravermelho.** Tese (Doutorado) Brasília Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2017.

SALVI, C. R. **Avaliação Da Resistência De Aderência Á Tração De Argamassas De Revestimento Sobre Diferentes Substratos Na Cidade Guaporé/Rs.** Lajeado Universidade do Vale do Taquari, 2017.

SANTOS, I. M. **Aplicação da Termografia Infravermelha na avaliação de umidade ascensional em paredes de alvenaria.** Barreiras Universidade Federal do Oeste da Bahia, 2018. Disponível em: <<https://pergamum.ufob.edu.br/pergamumweb/vinculos/000008/0000084c.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2024

SANTOS, P. M. D.; JULIO, E. N. B. S. A state-of-the-art review on roughness quantification methods for concrete surfaces. In: **Construction and Building Materials.** [s.l.] Elsevier, 2013. p. 912–923.

SCARTEZINI, L. M.; CARASEK, H. **Fatores que exercem influência na resistência de aderência à tração dos revestimentos das argamassas.** V Simpósio Brasileiro De Tecnologia Das Argamassas. **Anais.** São Paulo - SP, Brasil: 2003.

SENSORS.NL. **Hikmicro-G41 | 480-360 píxeis.** Disponível em: <<https://www.sensors.nl/pt/product/hikmicro-g41/>>. Acesso em: 26 jul. 2024.

SILVA, R. N. T. DA. **Estudo da termografia por infravermelho: aplicações na engenharia e determinação de parâmetros termofísicos e geométricos de materiais.** Recife Universidade Federal de Pernambuco - programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5497>>. Acesso em: 10 jun. 2024

SOCOLOSKI, R. F. **Tratamento de Umidade Ascensional em Paredes Através de Inserção de Barreiras Químicas por Gravidade.** Porto Alegre Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

SOLLA, M. et al. Non-destructive testing for the analysis of moisture in the masonry arch bridge of Lubians (Spain). **Structural Control and Health Monitoring,** p. 1366–1376, 2013.

SOUSA, R. DE L. **Simulação numérica dos fatores que influenciam a umidade ascensional.** Russas Universidade Federal do Ceará, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/55536/3/2020_tcc_rlsousa.pdf>

SOUZA, M. J. X. DE; SILVA, T. T. S. DA. Estudo sobre umidade e suas manifestações patológicas ocasionada em uma residência unifamiliar na cidade de Quixaba-PE. Dissertação (Mestrado) **Revista MultiDisciplinar do Sertão,** p. 233–243, 2023.

SOUZA, R. F. DE. **Estudo de Patologia em Fachadas com Revestimento Cerâmico em Edificações Residenciais no Bairro Morada Nobre - Barreiras/BA: Análise de causas, diagnósticos e prevenção.** Barreiras. Universidade Federal do Oeste da Bahia, 2023.

TELES, L. M. S. **Influência da Temperatura do Substrato na Aderência de Revestimentos Argamassados.** TCC de Graduação. Barreiras - Universidade Federal do Oeste da Bahia, 2024

TEIXEIRA, A. S. M. DOS S. G. **Caracterização experimental do funcionamento de sistemas de ventilação da base das paredes para tratamento da umidade ascensional.**

Dissertação (Mestrado) Porto Universidade do Porto, 2007.

TERMOGRAM. **Uso de câmaras térmicas para encontrar fallas eléctricas.** Disponível em: <<https://termogram.com/blog-termografia>>. Acesso em: 20 ago. 2024.

TORRES, M. I.; FREITAS, V. P. DE. **Avaliação da eficiência da ventilação da base das paredes em função da sua espessura no tratamento das humidades ascensionais.** Dissertação (Mestrado) PortoPatorreb, 2006.

ULSAMER, F. **Las humedade em la construcción.** Barcelona: Editora Ceac, 1989.

UNIT. **Como surgiu a Engenharia.** Disponível em: <<https://www.unit.br/blog/como-surgiu-a-engenharia-civil>>. Acesso em: 20 ago. 2024.

VALENTINI, P. **Influência da absorção de água e rugosidade de substratos cerâmicos e da adição de fíler na aderência de argamassas de revestimento.** São Leopoldo, 2018.

VEDACIT. **Manual técnico de impermeabilização de estruturas. 4º Edição.** Disponível em: <www.vedacit.com.br>. Acesso em: 10 ago. 2024.

APÊNDICE A – DADOS GRAVIMÉTRICOS DO ENSAIO DE CAPILARIDADE

Tabela 11 - Acompanhamento dos pesos dos blocos tipo BCS durante o ensaio

Tipo	Bloco			Peso		
	Nome	Ensaio	A _{sec} (cm ²)	m0 (g)	m10 (g)	m90 (g)
BCS	GF2	1	249,6	3939,7	3963,6	4005,9
BCS	GF5	1	249,6	3892,4	3914,4	3943,5
BCS	GF2	2	249,6	3951,6	3983,5	4013,9

Fonte: Autor (2025)

Tabela 12 - Cálculo de absorção de capilaridade do bloco tipo BCS

Tipo	Bloco			At10 (g/cm ²)	At90 (g/cm ²)
	Nome	Ensaio	A _{sec} (cm ²)		
BCS	GF2	1	249,6	0,10	0,27
BCS	GF5	1	249,6	0,09	0,20
BCS	GF2	2	249,6	0,13	0,25
Média				0,10	0,24
Desvio Padrão				0,02	0,03
Coeficiente de Variação				20%	13%

Fonte: Autor (2025)

Tabela 13 - Acompanhamento dos pesos dos blocos tipo BCC durante o ensaio

Tipo	Bloco			Peso		
	Nome	Ensaio	A _{sec} (cm ²)	m0 (g)	m10 (g)	m90 (g)
BCC	GF1	1	249,6	3938,8	3971,0	3997,3
BCC	GF6	1	249,6	3995,1	4014,3	4044,8
BCC	GF1	2	249,6	3946,7	3968,3	4002,7
BCC	GF6	2	249,6	4010,4	4029,8	4056,9

Fonte: Autor (2025)

Tabela 14 - Cálculo de absorção do bloco tipo BCC

Tipo	Bloco			At10 (g/cm ²)	At90 (g/cm ²)
	Nome	Ensaio	A _{sec} (cm ²)		
BCC	GF1	1	249,6	0,13	0,23
BCC	GF6	1	249,6	0,08	0,20
BCC	GF1	2	249,6	0,09	0,22
BCC	GF6	2	249,6	0,08	0,19
Média				0,09	0,21
Desvio Padrão				0,02	0,02
Coeficiente de Variação				27%	11%

Fonte: Autor (2025)

Tabela 15 - Acompanhamento dos pesos dos blocos tipo BCrs durante o ensaio

Bloco				Peso		
Tipo	Nome	Ensaio	A _{sec} (cm ²)	m0 (g)	m10 (g)	m90 (g)
BCrS	GF3	1	222,62	8847,8	8870,1	8894,0
BCrS	GF7	1	222,62	9379,1	9410,9	9450,4
BCrS	GF3	2	222,62	8874,9	8933,7	8983,4

Fonte: Autor (2025)

Tabela 5 - Cálculo de absorção do bloco tipo BCrS

Bloco				At10 (g/cm ²)	At90 (g/cm ²)
Tipo	Nome	Ensaio	A _{sec} (cm ²)		
BCrS	GF3	1	222,62	0,10	0,21
BCrS	GF7	1	222,62	0,14	0,32
BCrS	GF3	2	222,62	0,26	0,49
Média				0,17	0,34
Desvio Padrão				0,09	0,14
Coeficiente de Variação				50%	42%

Fonte: Autor (2025)

Tabela 6 - Acompanhamento dos pesos dos blocos tipo BCrC durante o ensaio

Bloco				Peso		
Tipo	Nome	Ensaio	A _{sec} (cm ²)	m0 (g)	m10 (g)	m90 (g)
BCrC	GF4	1	222,62	8644,4	8685,5	8731,1
BCrC	GF4	2	222,62	8685,9	8790,8	8857,6
BCrC	GF8	2	222,62	8600,8	8650,3	8703,5

Fonte: Autor (2025)

Tabela 7 - Cálculo de absorção do bloco tipo BCrC

Bloco				At10 (g/cm ²)	At90 (g/cm ²)
Tipo	Nome	Ensaio	A _{sec} (cm ²)		
BCrC	GF4	1	222,62	0,18	0,39
BCrC	GF4	2	222,62	0,47	0,77
BCrC	GF8	2	222,62	0,22	0,46
Média				0,29	0,54
Desvio Padrão				0,16	0,20
Coeficiente de Variação				53%	38%

Fonte: Autor (2025)

APÊNDICE B – DADOS DAS ALTURAS MEDIDAS NA RÉGUA

Tabela 8 - Registros das alturas dos blocos tipo BCS

Bloco			Frente úmida		
Tipo	Nome	Ensaio	h10 (cm)	h90 (cm)	Diferença (cm)
BCS	GF2	1	3,4	4,8	1,4
BCS	GF5	1	1,1	1,7	0,6
BCS	GF2	2	3,2	4,1	0,9
		Média	2,6	3,5	1,0
		Desvio Padrão	1,3	1,6	0,4
		Coefficiente de Variação	50%	46%	42%

Fonte: Autor (2025)

Tabela 9 - Registros das alturas dos blocos tipo BCC

Bloco			Frente úmida		
Tipo	Nome	Ensaio	h10 (cm)	h90 (cm)	Diferença (cm)
BCC	GF1	1	0,9	1,9	1
BCC	GF6	1	1,1	1,7	0,6
BCC	GF1	2	1	2,2	1,2
		Média	1,0	1,9	0,9
		Desvio Padrão	0,1	0,3	0,3
		Coefficiente de Variação	10%	13%	33%

Fonte: Autor (2025)

Tabela 10 - Registros das alturas dos blocos tipo BCrS

Bloco			Frente úmida		
Tipo	Nome	Ensaio	h10 (cm)	h90 (cm)	Diferença (cm)
BCrS	GF3	1	1,2	2,6	1,4
BCrS	GF7	1	1,3	3,5	2,2
BCrS	GF3	2	1	1,9	0,9
BCrS	GF7	1	0,8	2,4	1,6
		Média	1,1	2,6	1,5
		Desvio Padrão	0,2	0,7	0,5
		Coefficiente de Variação	21%	26%	35%

Fonte: Autor (2025)

Tabela 11 - Registros das alturas dos blocos tipo BCrC

Bloco			Frente úmida		
Tipo	Nome	Ensaio	h10 (cm)	h90 (cm)	Diferença (cm)
BCrC	GF4	1	0,9	1,6	0,7
BCrC	GF8	1	1,1	2,2	1,1
BCrC	GF4	2	1,2	2,9	1,7
		Média	1,1	2,2	1,2
		Desvio Padrão	0,2	0,7	0,5
		Coefficiente de Variação	14%	29%	43%

Fonte: Autor (2025)

APÊNDICE C – DADOS PARA CÁLCULO DO DELTA-T

Tabela 12 - Registros das temperaturas para os blocos tipo BCS

Bloco			Temperatura (°C)		Delta (°C)	
Tipo	Nome	t (min)	Tu	Ts		
BCS	GF2	10	22,7	23,6	-0,90	-0,90
BCS	GF5	10	22,6	23,5	-0,90	
BCS	GF2	90	22,4	23,2	-0,80	-0,85
BCS	GF5	90	22,2	23,1	-0,90	
Média			22,4	23,3	-0,9	
Desvio Padrão			0,2	0,2	0,1	
Coeficiente de Variação			1%	1%	-7%	

Fonte: Autor (2025)

Tabela 13 - Registros das temperaturas para os blocos tipo BCC

Bloco			Temperatura (°C)		Delta (°C)	
Tipo	Nome	t (min)	Tu	Ts		
BCC	GF1	10	22,7	23,4	-0,70	-0,85
BCC	GF6	10	22,8	23,8	-1,00	
BCC	GF1	90	22,3	23,1	-0,80	-0,80
BCC	GF6	90	22,4	23,2	-0,80	
Média			22,5	23,4	-0,8	
Desvio Padrão			0,3	0,4	0,1	
Coeficiente de Variação			1%	2%	-14%	

Fonte: Autor (2025)

Tabela 14 - Registros das temperaturas para os blocos tipo BCrS

Bloco			Temperatura (°C)		Delta (°C)	
Tipo	Nome	t (min)	Tu	Ts		
BCrS	GF3	10	22,0	22,9	-0,90	-0,90
BCrS	GF7	10	22,5	23,4	-0,90	
BCrS	GF3	90	22,5	23,3	-0,80	-0,80
BCrS	GF7	90	22,3	23,1	-0,80	
Média			22,4	23,3	-0,9	
Desvio Padrão			0,1	0,2	0,1	
Coeficiente de Variação			1%	1%	-7%	

Fonte: Autor (2025)

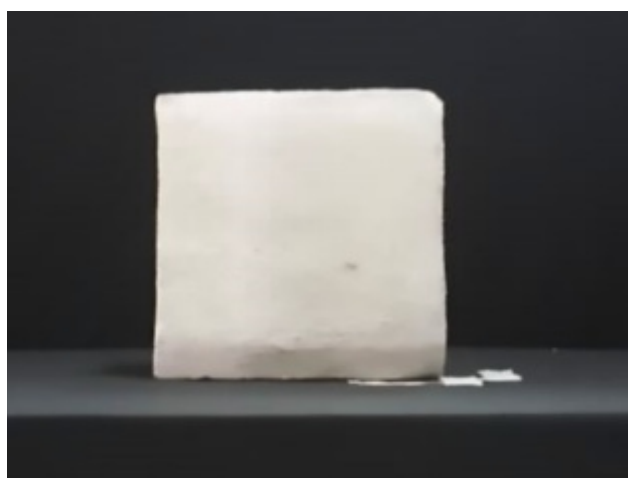
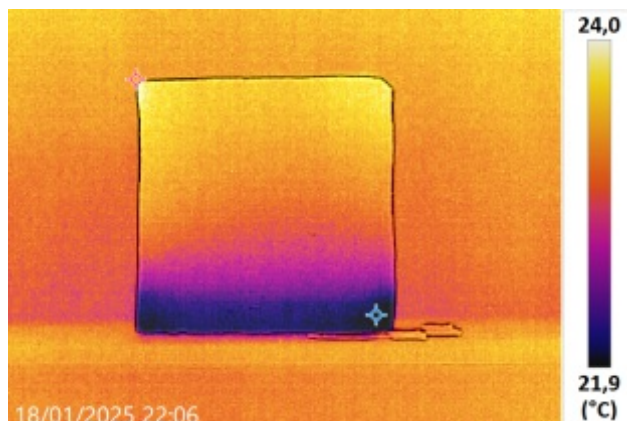
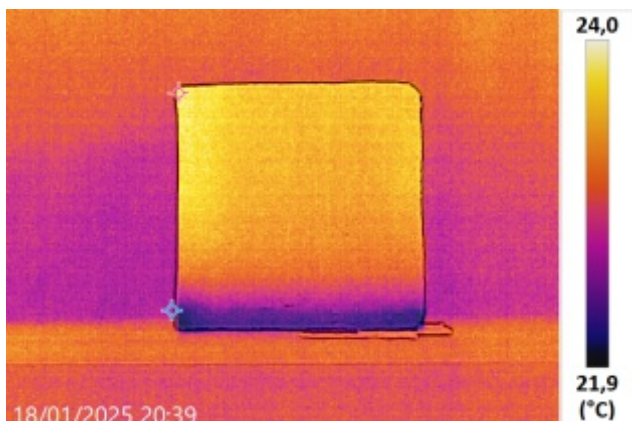
Tabela 15 - Registros das temperaturas para os blocos tipo BCrC

Bloco		Temperatura (°C)			Delta (°C)	
Tipo	Nome	t (min)	Tu	Ts		
BCrC	GF4	10	23,3	24,2	-0,90	-0,90
BCrC	GF8	10	23,2	24,1	-0,90	
BCrC	GF4	90	22,1	22,7	-0,60	-0,70
BCrC	GF8	90	22,1	22,9	-0,80	
Média			22,5	23,2	-0,8	
Desvio Padrão			0,6	0,8	0,2	
Coeficiente de Variação			3%	3%	-19%	

Fonte: Autor (2025)

APÊNDICE D - DADOS TERMOGRÁFICOS DOS BLOCOS

BLOCO GF1 - TIPO BCC - 10 MIN/90 MIN (FRENTE)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250118203938.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,65 M
Capturado em	2025-01-18 20:39:38

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250118220650.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-18 22:06:50

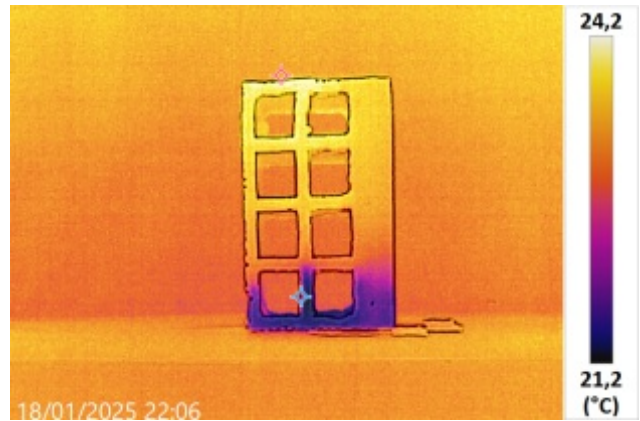
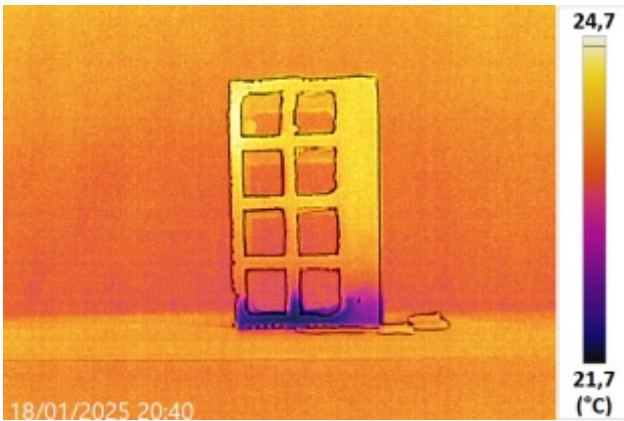
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,0°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,9°C

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,1°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,5°C

Notas	

Notas	

BLOCO GF1 - TIPO BCC - 10 MIN/90 MIN (L. ESQ)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250118204028.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,63 M
Capturado em	2025-01-18 20:40:28

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250118220622.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,63 M
Capturado em	2025-01-18 22:06:22

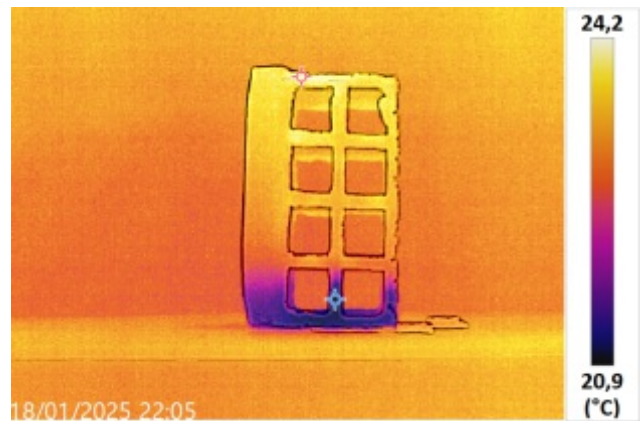
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,7°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,7°C

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,2°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,2°C

Notas	

Notas	

BLOCO GF1 - TIPO BCC - 10 MIN/90 MIN (L. DIR)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250118204115.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,65 M
Capturado em	2025-01-18 20:41:15

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250118220535.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,63 M
Capturado em	2025-01-18 22:05:35

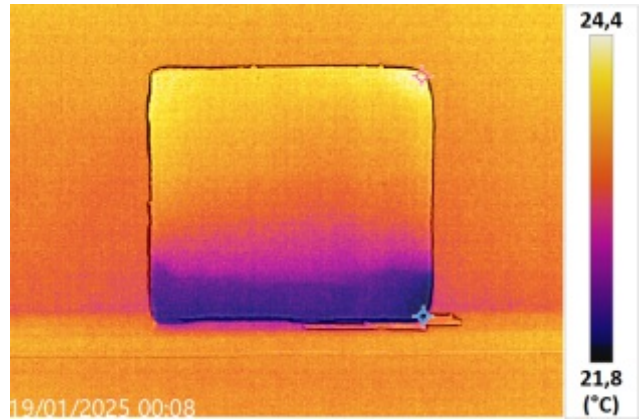
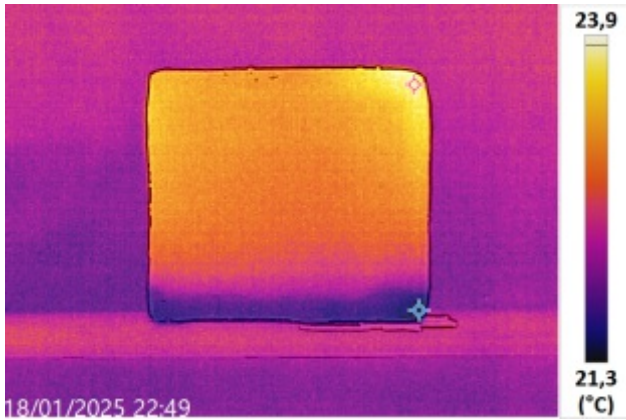
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,0°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,1°C

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,2°C
Imagem: Temperatura Mín.	20,9°C

Notas	

Notas	

BLOCO GF3 - TIPO BCrS - 10 MIN/90 MIN (FRENTE)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250118224914.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-18 22:49:15

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119000813.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 00:08:13

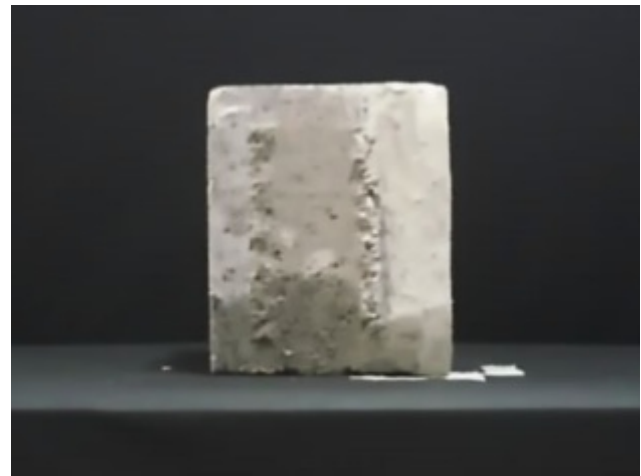
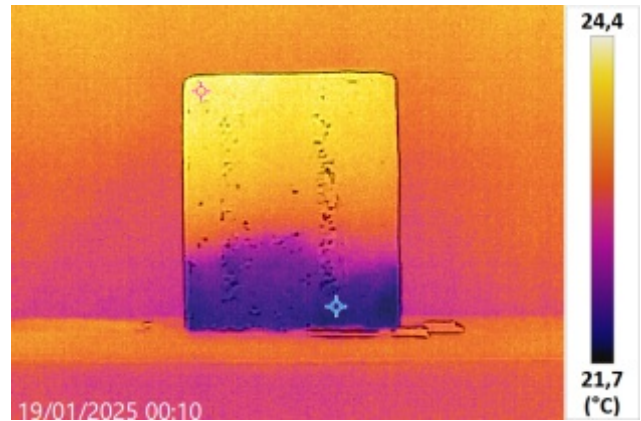
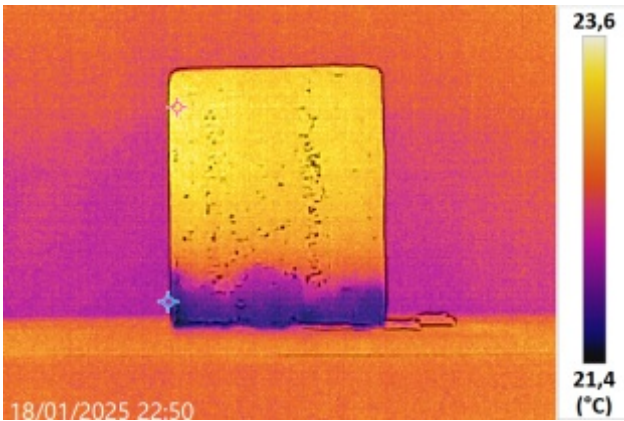
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	23,9°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,3°C

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,4°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,8°C

Notas	

Notas	

BLOCO GF3 - TIPO BCrs - 10 MIN/90 MIN (L. ESQ)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250118225044.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,66 M
Capturado em	2025-01-18 22:50:45

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119001005.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 00:10:05

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	23,6°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,4°C

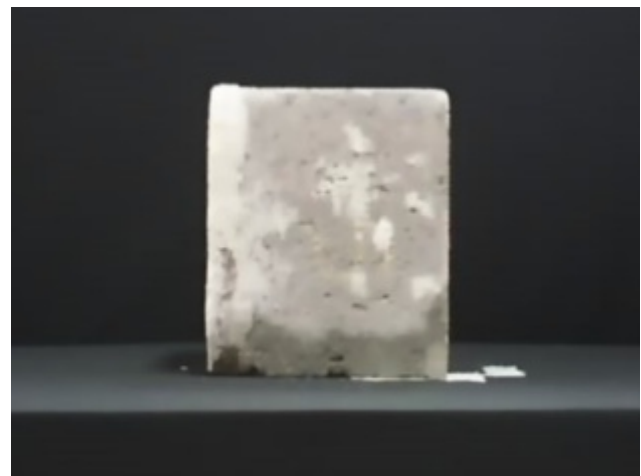
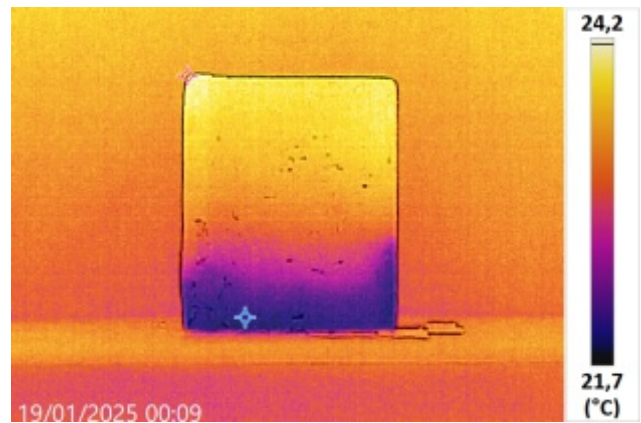
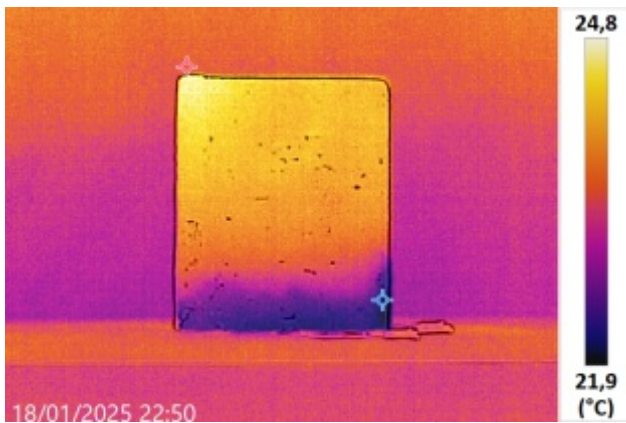
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,4°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,7°C

Notas	

Notas	

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF3 - TIPO BCrs - 10 MIN/90 MIN (L. DIR)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250118225002.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-18 22:50:03

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119000910.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 00:09:10

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,8°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,9°C

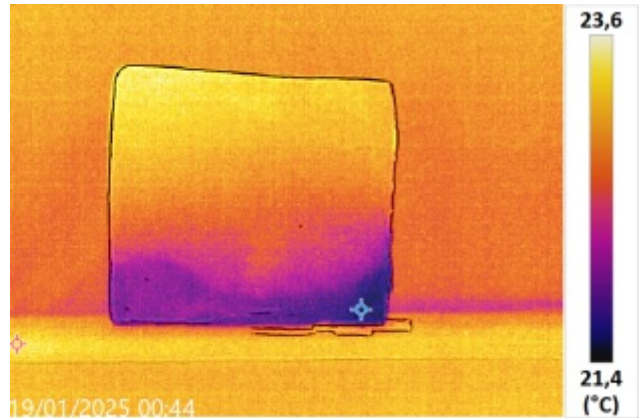
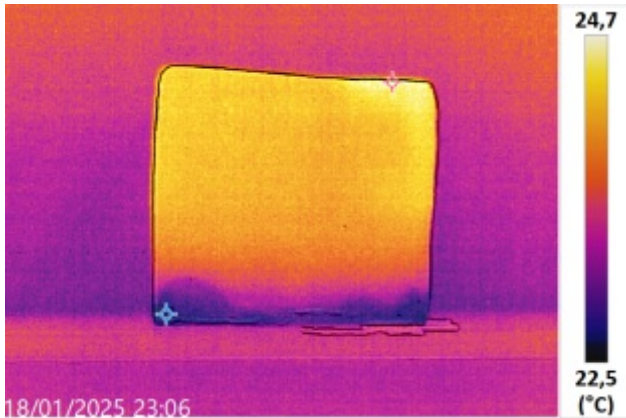
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,3°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,7°C

Notas	

Notas	

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF4 - TIPO BCrc - 10 MIN/90 MIN (FRENTE)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250118230644.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,65 M
Capturado em	2025-01-18 23:06:44

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119004431.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,65 M
Capturado em	2025-01-19 00:44:31

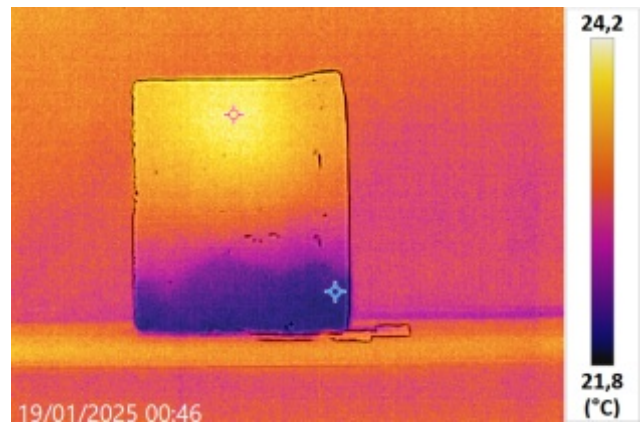
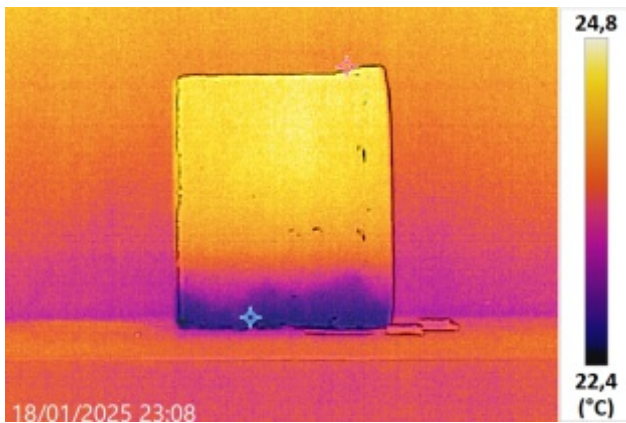
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,8°C
Imagem: Temperatura Mín.	22,6°C

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	23,7°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,4°C

Notas

Notas

BLOCO GF4 - TIPO BCrC - 10 MIN/90 MIN (L. ESQ)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250118230839.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,63 M
Capturado em	2025-01-18 23:08:39

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119004605.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,63 M
Capturado em	2025-01-19 00:46:05

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,9°C
Imagem: Temperatura Mín.	22,5°C

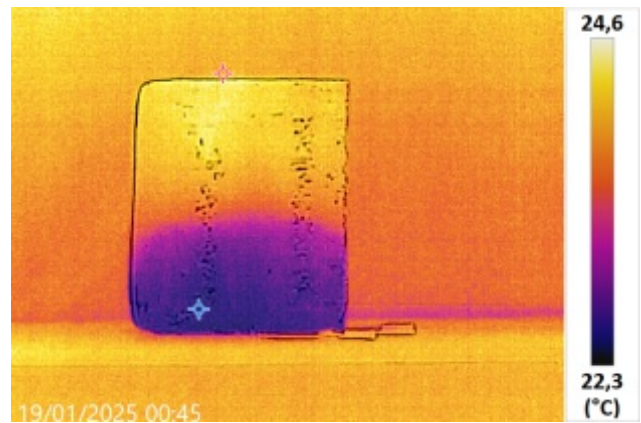
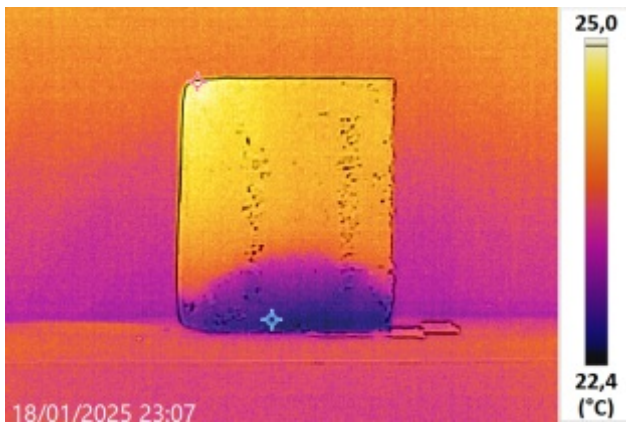
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,2°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,8°C

Notas	

Notas	

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF4 - TIPO BCrC - 10 MIN/90 MIN (L. DIR)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250118230744.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,65 M
Capturado em	2025-01-18 23:07:45

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119004517.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,65 M
Capturado em	2025-01-19 00:45:18

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	25,1°C
Imagem: Temperatura Mín.	22,5°C

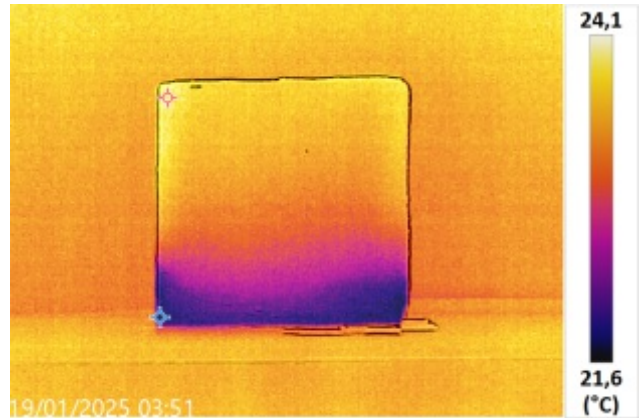
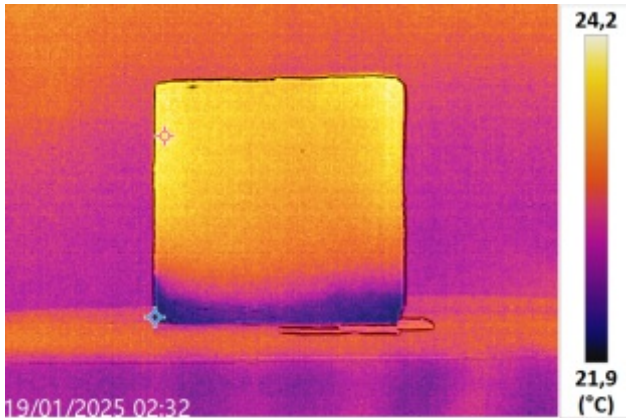
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,7°C
Imagem: Temperatura Mín.	22,3°C

Notas	

Notas	

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF5 - TIPO BCS - 10 MIN/90 MIN (FRENTE)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119023224.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,65 M
Capturado em	2025-01-19 02:32:24

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119035113.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,63 M
Capturado em	2025-01-19 03:51:13

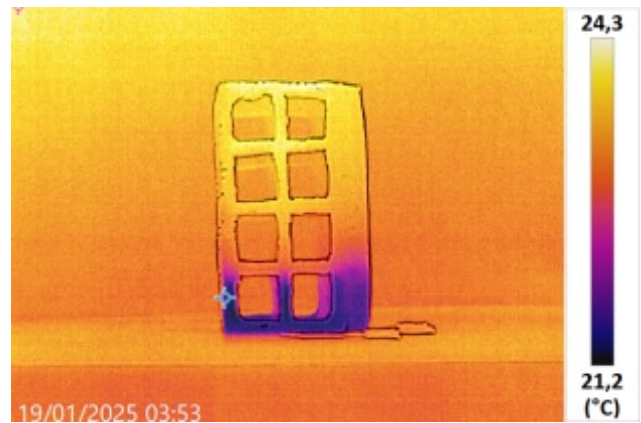
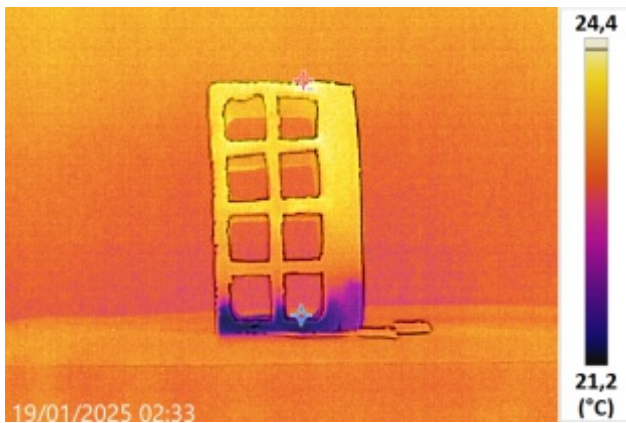
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,2°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,9°C

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,0°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,6°C

Notas	

Notas	

BLOCO GF5 - TIPO BCS - 10 MIN/90 MIN (L. ESQ)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119023313.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,63 M
Capturado em	2025-01-19 02:33:13

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119035316.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,63 M
Capturado em	2025-01-19 03:53:16

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,4°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,2°C

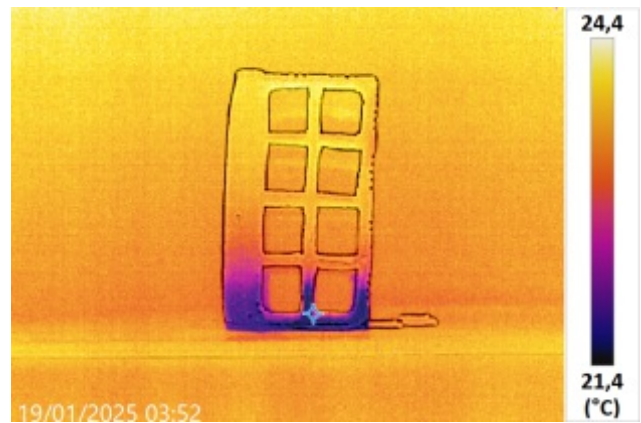
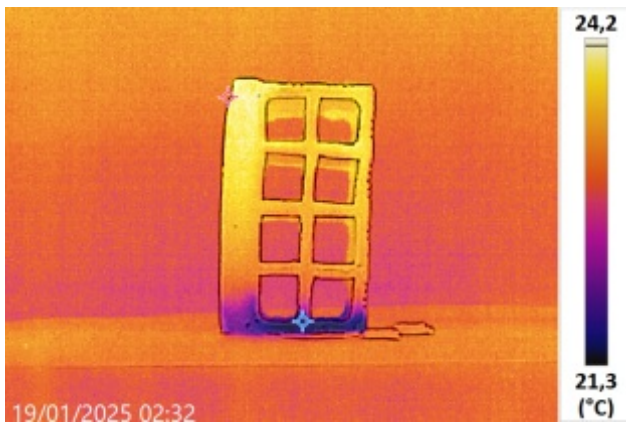
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,2°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,2°C

Notas	

Notas	

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF5 - TIPO BCS - 10 MIN/90 MIN (L. DIR)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119023250.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 02:32:50

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119035215.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,63 M
Capturado em	2025-01-19 03:52:15

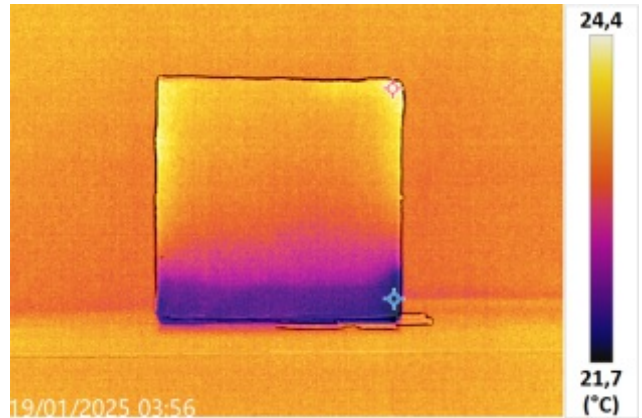
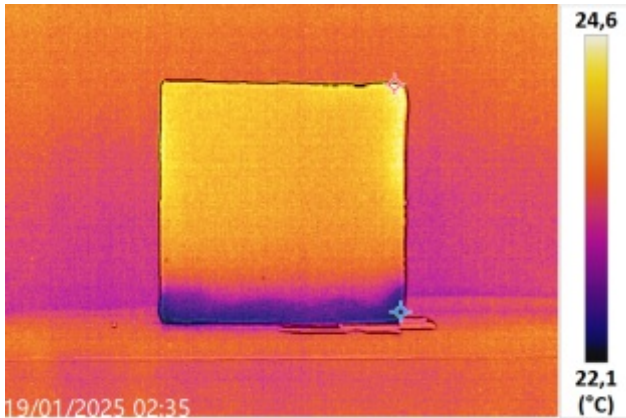
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,1°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,3°C

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,3°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,4°C

Notas	

Notas	

BLOCO GF6 - TIPO BCC - 10 MIN/90 MIN (FRENTE)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119023545.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,63 M
Capturado em	2025-01-19 02:35:45

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119035658.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,63 M
Capturado em	2025-01-19 03:56:58

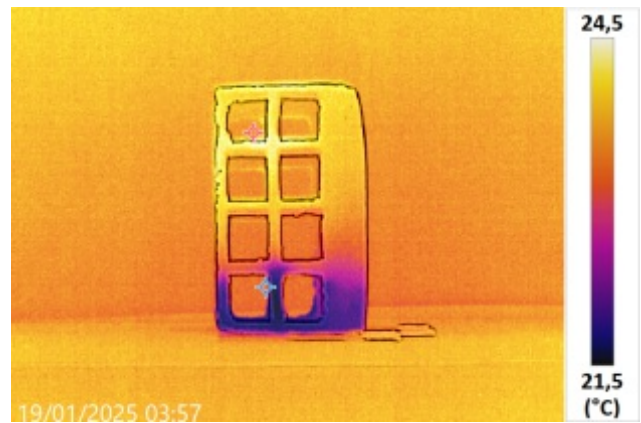
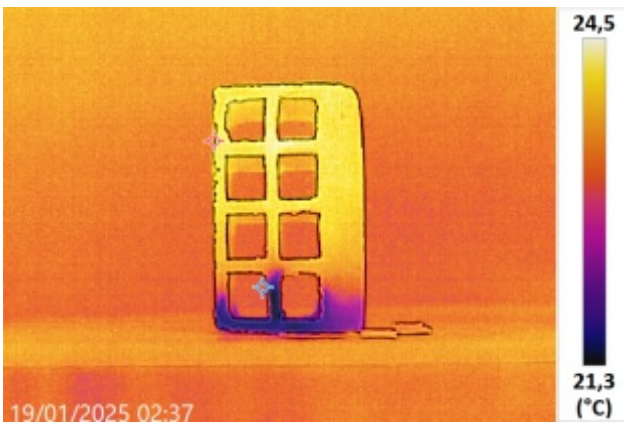
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,6°C
Imagem: Temperatura Mín.	22,1°C

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,3°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,6°C

Notas

Notas

BLOCO GF6 - TIPO BCC - 10 MIN/90 MIN (L. ESQ)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119023707.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 02:37:08

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119035747.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,62 M
Capturado em	2025-01-19 03:57:47

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,4°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,3°C

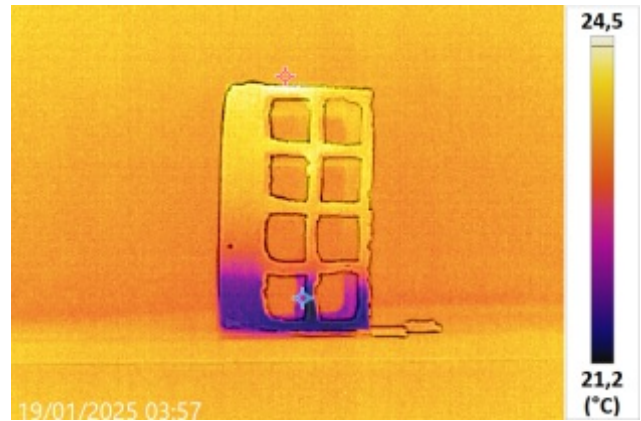
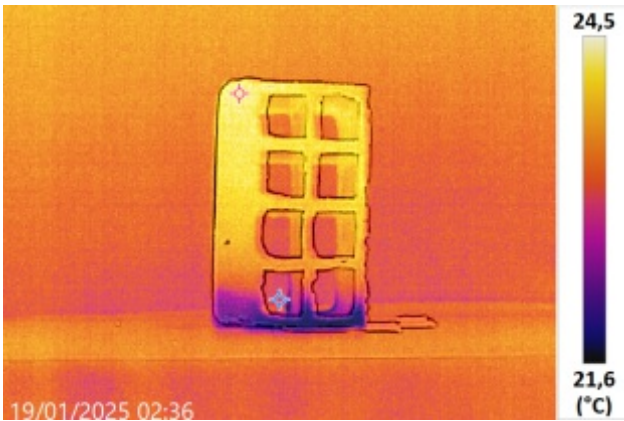
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,5°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,4°C

Notas	

Notas	

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF6 - TIPO BCC - 10 MIN/90 MIN (L. DIR)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119023643.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 02:36:43

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119035729.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,62 M
Capturado em	2025-01-19 03:57:29

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,5°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,5°C

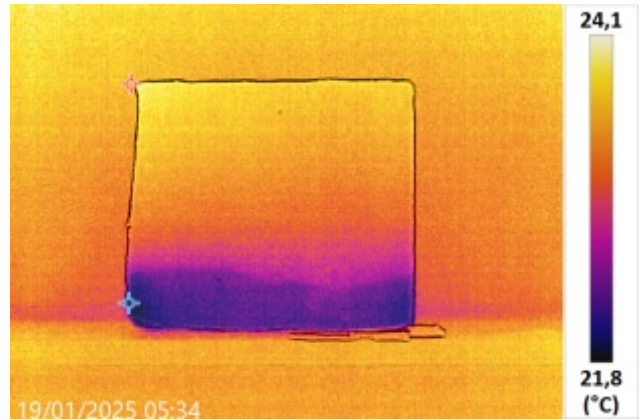
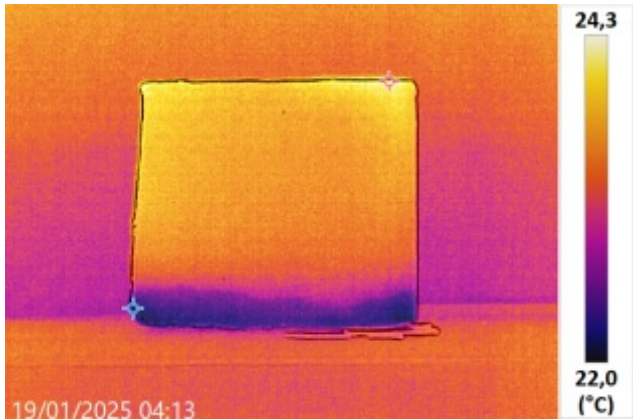
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,5°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,2°C

Notas	

Notas	

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF7 - TIPO BCrS - 10 MIN/90 MIN (FRENTE)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119041344.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,63 M
Capturado em	2025-01-19 04:13:45

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119053426.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 05:34:26

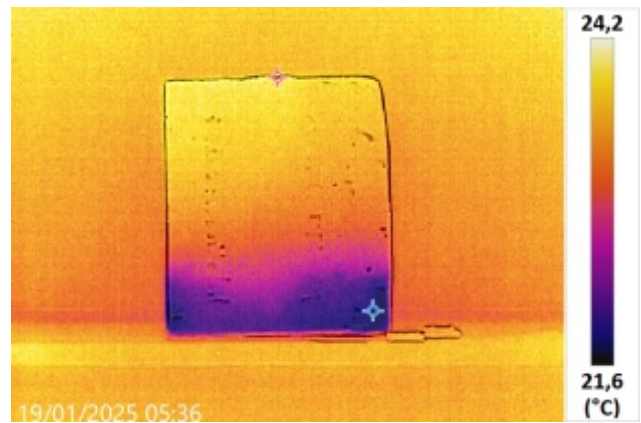
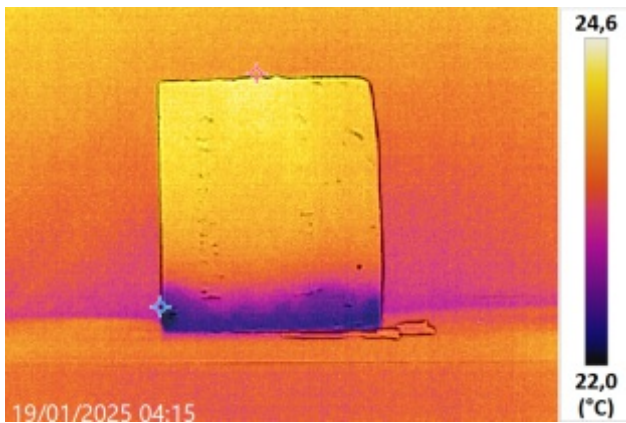
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,2°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,9°C

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,0°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,7°C

Notas	

Notas	

BLOCO GF7 - TIPO BCrs - 10 MIN/90 MIN (L. ESQ)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119041520.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 04:15:20

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119053605.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 05:36:05

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,4°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,9°C

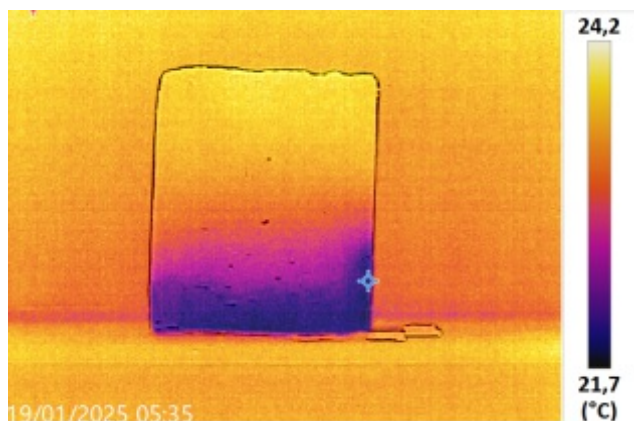
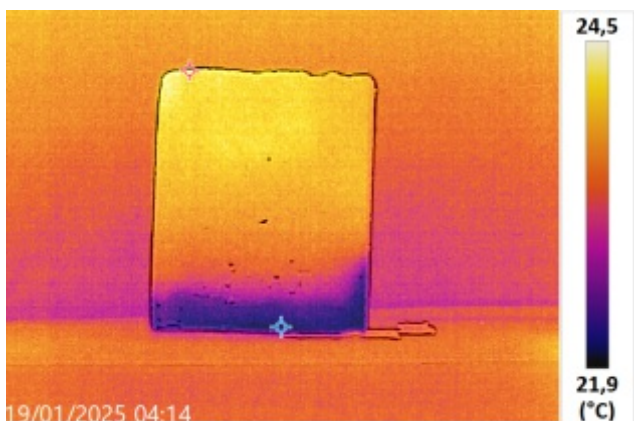
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,0°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,5°C

Notas	

Notas	

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF7 - TIPO BCrS - 10 MIN/90 MIN (L. DIR)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119041429.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,63 M
Capturado em	2025-01-19 04:14:29

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119053519.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 05:35:19

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,4°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,8°C

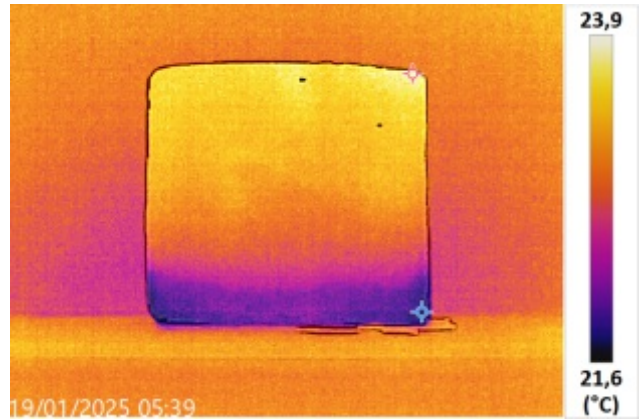
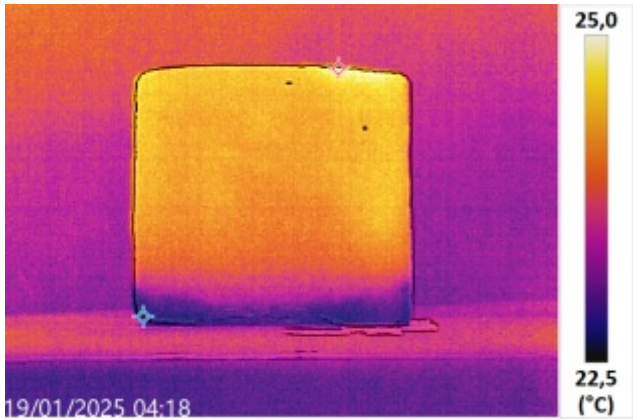
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,1°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,6°C

Notas	

Notas	

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF8 - TIPO BCrC - 10 MIN/90 MIN (FRENTE)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119041829.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 04:18:30

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119053915.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 05:39:15

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,9°C
Imagem: Temperatura Mín.	22,4°C

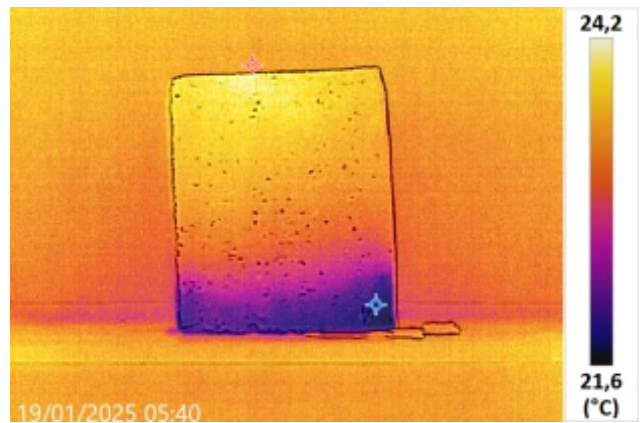
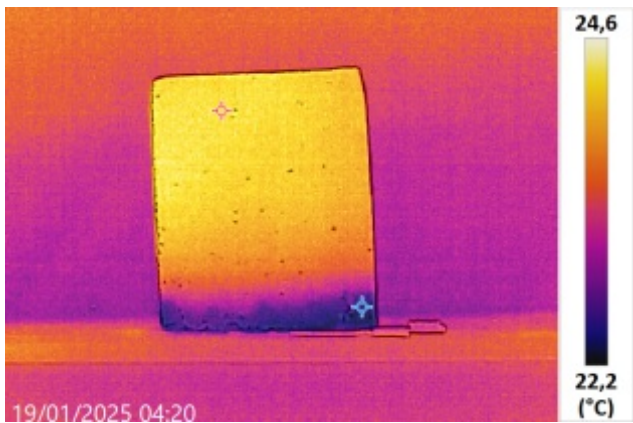
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	23,8°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,5°C

Notas	

Notas	

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF8 - TIPO BCrC - 10 MIN/90 MIN (L. ESQ)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119042025.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,65 M
Capturado em	2025-01-19 04:20:25

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119054053.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,66 M
Capturado em	2025-01-19 05:40:53

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,4°C
Imagem: Temperatura Mín.	22,1°C

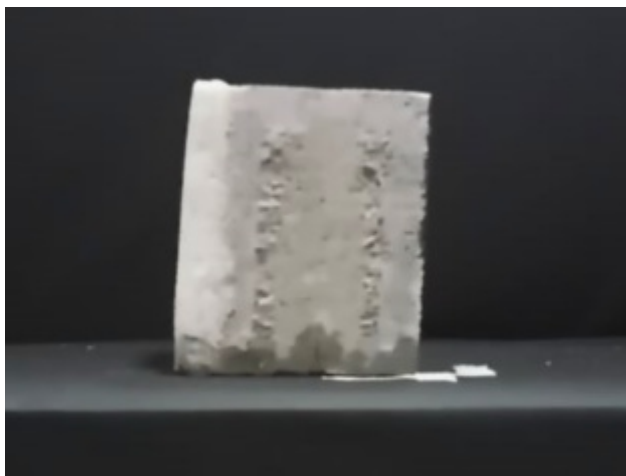
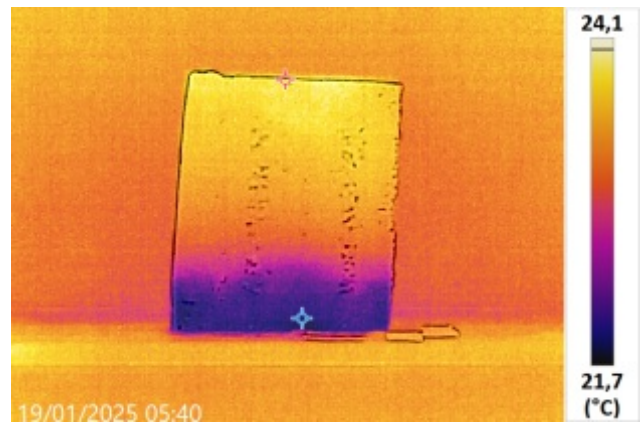
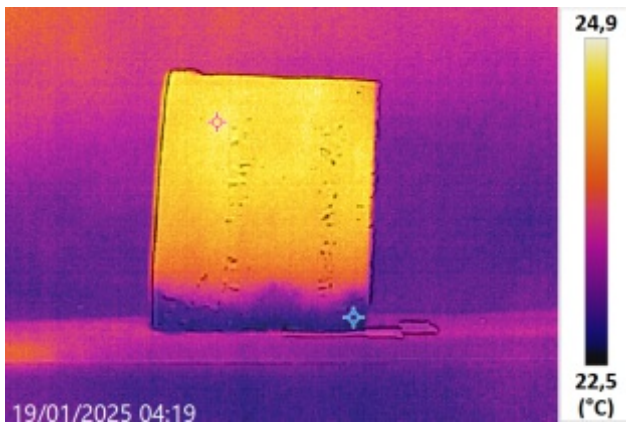
Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,0°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,5°C

Notas	

Notas	

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF8 - TIPO BCrC - 10 MIN/90 MIN (L. DIR)



Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações do Dispositivo	
Modelo do dispositivo	G41
N.º de série do dispositivo	EA0503105

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119041919.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 04:19:19

Informações da Imagem	
Nome da Imagem	HM20250119054003.jpeg
Resolução de IV	480*360
Tam. Imagem	0,64 M
Capturado em	2025-01-19 05:40:03

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,8°C
Imagem: Temperatura Mín.	22,4°C

Resultados de Medição da temperatura	
Imagem: Temperatura Máx.	24,0°C
Imagem: Temperatura Mín.	21,6°C

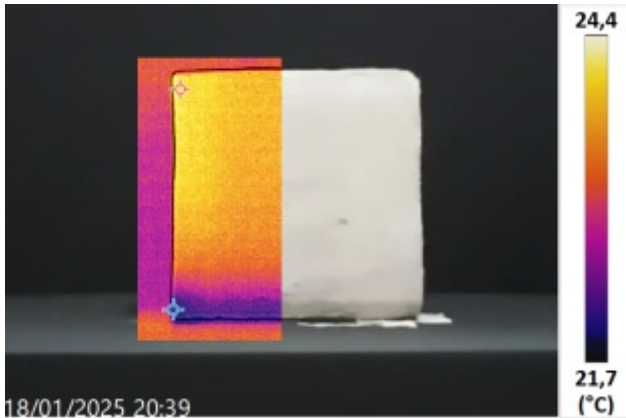
Notas	

Notas	

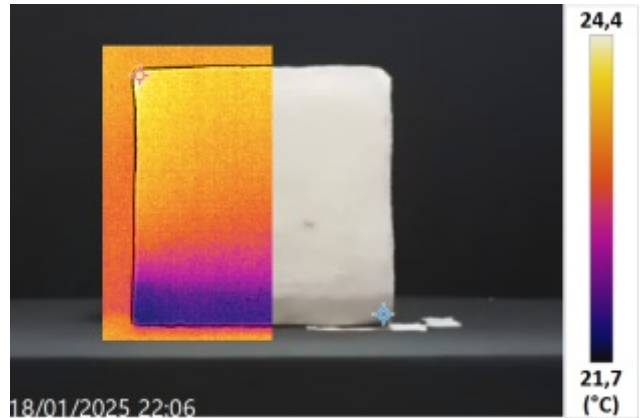
FONTE: AUTOR (2025)

APÊNDICE E - DADOS TERMOGRÁFICOS DE COMPARAÇÃO

BLOCO GF1 - TIPO BCC - 10 MIN/90 MIN (FRENTE)



HM20250118203938



HM20250118220650

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF3 - TIPO BCrs - 10 MIN/ 90 MIN (FRENTE)



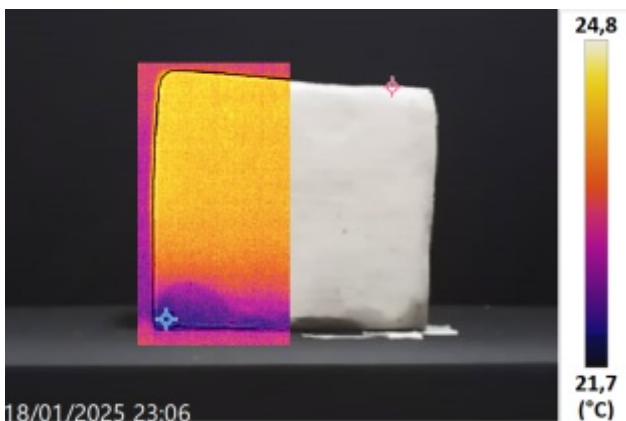
HM20250118224914



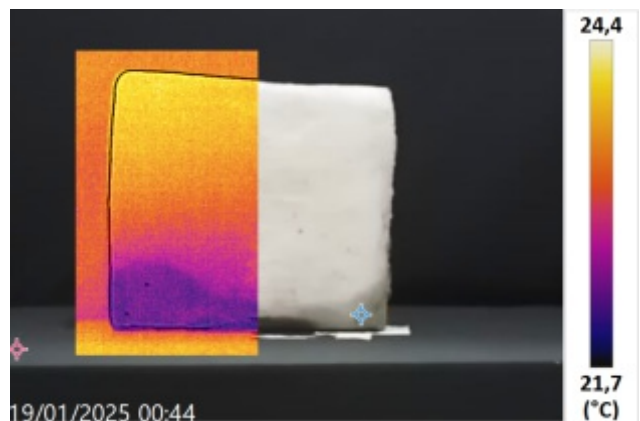
HM20250119000813

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF4 - TIPO BCrc - 10 MIN/ 90 MIN (FRENTE)



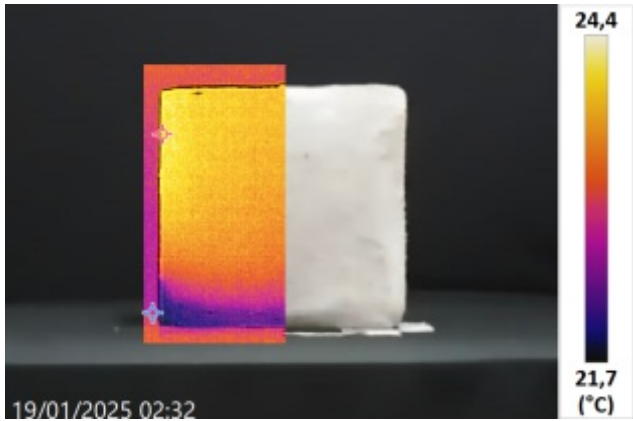
HM20250118230644



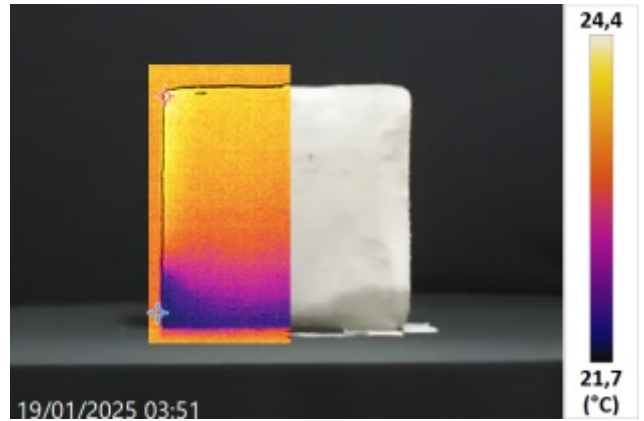
HM20250119004431

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF5 - TIPO BCS - 10 MIN/90 MIN (FRENTE)



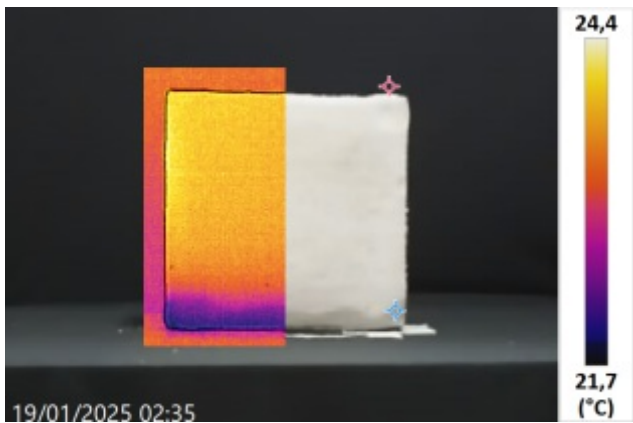
HM20250119023224



HM20250119035113

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF6 - TIPO BCC - 10 MIN/ 90 MIN (FRENTE)



HM20250119023545



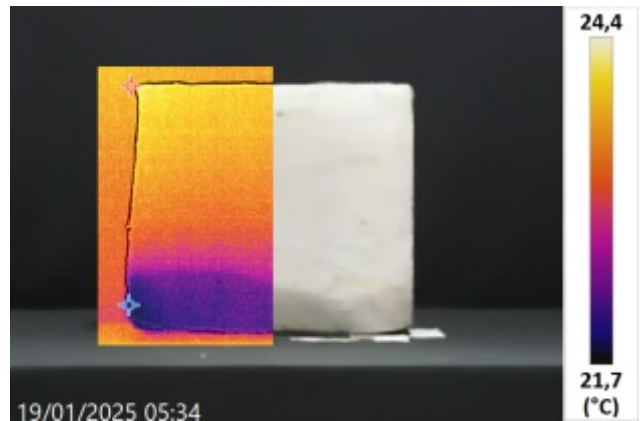
HM20250119035658

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF7 - TIPO BCrS - 10 MIN/ 90 MIN (FRENTE)



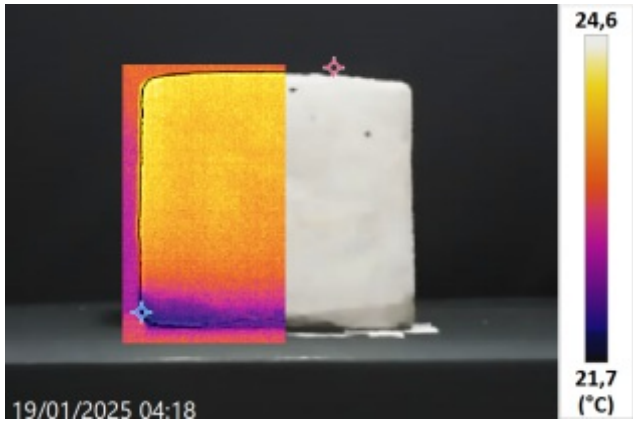
HM20250119041344



HM20250119053426

FONTE: AUTOR (2025)

BLOCO GF8 - TIPO BCrC - 10 MIN/90 MIN (FRENTE)



HM20250119041829



HM20250119053915

FONTE: AUTOR (2025)