

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MÉTODOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE FACHADAS

Marina Fernandes Araujo – araujo-marina@hotmail.com

Nicolas Lima de Oliveira – nicolas_loliveira@outlook.com

Nicole Cantarini – cantarininicole@gmail.com

Pietro Paes Lima – pietropaeslima@gmail.com

Vinicius Raposo Barboza – viniraposo@hotmail.com

Prof. Msc. Lígia Vitória Real (Orientadora) – ligia.real@mackenzie.br

RESUMO

A impermeabilização trata-se de uma proteção as construções contra a ação danosa de fluidos, vapores e umidade. Assim, é necessário comparar diferentes materiais impermeabilizantes utilizados em fachadas através da análise de imagens obtidas com uma câmera termográfica, para evitar de maneira eficaz o surgimento de manifestações patológicas. Para tal estudo, foi executada uma parede subdivida em seis partes, nas quais foram aplicados cinco materiais de impermeabilizantes, restando uma seção sem a aplicação de nenhum produto. Através de uma chuva dirigida simulada, a parede foi condicionada a ciclos de molhagens. Com a utilização de uma câmera termográfica, pôde-se analisar e comparar a eficiência de cada tipo de impermeabilização. Após realizados todos os ciclos de molhagens e análises de presença de umidade através da câmera, pôde-se concluir que os materiais impermeabilizantes responderam de formas distintas, podendo ter existido fatores que influenciaram negativamente na assertividade. Dentre os impermeabilizantes estudados, a membrana acrílica, o cimento cristalizante e a emulsão asfáltica foram os métodos de impermeabilização que obtiveram os melhores resultados, enquanto a argamassa polimérica e a monocamada foram os métodos que obtiveram os piores resultados.

Palavras-chave: Impermeabilização. Fachadas. Câmera termográfica.

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN FACADE WATERPROOFING METHODS

ABSTRACT

Waterproofing is a protection for buildings against the damaging action of fluids, steam and humidity. Thus, it is necessary to compare different waterproofing materials used in facades through the analysis of images obtained with a thermographic camera, to effectively avoid the appearance of pathological manifestations. For this study, a wall was divided into six sections, so that the five types

of waterproofing methods are applied, leaving one section without the application of waterproofing. Through a directed rain, the wall was conditioned to wet cycles using a structure for the rain simulation. With the use of a thermographic camera, it was possible to analyze and compare the efficiency of each type of waterproofing. After all the wetting cycles and analysis of the presence of humidity through the camera, it was concluded that the waterproofing materials responded in different ways, and there may have been factors that negatively influenced the assertiveness. Among the waterproofing agents studied, acrylic membrane, crystallizing cement and asphalt emulsion were the waterproofing methods that obtained the best results and polymeric mortar and monolayer were the methods that obtained the worst results.

Keywords: Waterproofing. Facades. Thermographic camera.

1 INTRODUÇÃO

Desde o momento da concepção de uma edificação deve-se considerar seu tempo de vida útil, pois existem fatores que têm a capacidade de alterá-lo. Um elemento importante que pode levar à redução significativa deste período previsto em projeto é a presença de maneira inadequada da umidade. A água é um dos principais agentes de degradação de diversos materiais construtivos, sendo responsável pelo surgimento de diversas manifestações patológicas nas construções. Uma infiltração pode, por exemplo, levar a corrosão das armaduras, gerando trincas e fissuras pela expansão das barras de aço (RODRIGUES & MENDES, 2017). Ainda, o umedecimento de revestimentos pode causar eflorescências, manchas, bolor, mofo e ferrugem (BARBOSA, 2018).

Sistemas e técnicas de impermeabilização foram desenvolvidos e normatizados visando evitar que deteriorações e degradações ocasionadas pela água ocorram de maneira tão recorrente. Entretanto, se a impermeabilização não for projetada da maneira necessária, podem ocorrer problemas na execução ou até mesmo sua ausência em locais em que ela seria de suma importância, gerando potenciais futuras anomalias na obra (BARBOSA, 2018).

Desta maneira, a escolha correta dos métodos de impermeabilização a serem empregados, um projeto de impermeabilização coerente e correta execução dos métodos elegidos são imprescindíveis para garantir que a vida útil da edificação seja atendida (SOARES, 2014). As manifestações patológicas relacionadas à impermeabilização na construção de edificações são uma área de estudo fundamental para a Engenharia Civil, tanto em aspectos técnicos quanto financeiros.

A Lei de Sitter é um estudo que demonstra os impactos econômicos resultantes da negligência em se adotar ações preventivas, ressalta-se as vantagens da manutenção preventiva logo no período inicial da patologia em relação às manutenções corretivas que deverão ser feitas após a propagação da situação, pois quanto mais tardia a busca por uma solução, mais custosa será a resolução do

problema. Assim, as intervenções serão mais favoráveis quanto mais cedo forem executadas. Ou seja, efetivas, de fácil resolução e, principalmente, menos onerosas.

Dentro deste contexto, é importante que os possíveis métodos impermeabilizantes a serem usados em fachadas sejam analisados e comparados, para que se saiba quais apresentam melhores resultados e se suas funcionalidades são capazes de evitar de maneira eficaz o surgimento de manifestações patológicas relacionadas à umidade proveniente da falta de impermeabilização adequada. Assim, o objetivo do trabalho foi comparar diferentes materiais impermeabilizantes utilizados em fachadas através da análise de imagens obtidas com uma câmera termográfica.

2 REVISÃO DA LITERATURA

As fachadas exercem funções importantíssimas para a preservação da durabilidade dos edifícios pois exercem a responsabilidade de escudo contra os agentes agressivos e pela manutenção da vida útil, estando associada diretamente ao custo total do imóvel. Podendo ser pela defasagem funcional ou pela degradação, a fachada extingue-se quando não mais atende pelas funções que lhe foram previstas (NBR 15575-1, 2013). Desta forma, os materiais impermeabilizantes aplicados em fachadas são uma das principais escolhas a serem feitas por quem vai construir ou reformar.

2.1 TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Impermeabilização caracteriza-se pelo sistema construtivo de proteção de uma construção em combate com as condições de meio ambiente a que está enquadrada (LUCIANO, 2019 *apud* JONOV, 2008). É regida pela NBR 9575 – Impermeabilização – Seleção e projeto (2010) a classificação dos tipos de impermeabilização de acordo com o material constituinte principal da camada impermeável, separando essencialmente em três grupos. Sendo assim, têm-se os materiais cimentícios, considerados como uma impermeabilização rígida, e os materiais asfálticos e poliméricos, no que lhe diz respeito, são uma impermeabilização flexível.

A impermeabilização flexível é o conjunto de materiais ou produtos que possuem características de propriedades de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas levadas às movimentações, normalmente utilizadas em áreas expostas e mais sujeitas a fissuração (NBR 9575, 2010). Já a impermeabilização rígida, pelo contrário, é o agrupamento de materiais ou produtos que não possuem características de flexibilidade, conseqüentemente são aplicáveis aos elementos construtivos que não estão sujeitos à movimentação (NBR 9575, 2010). Tendo em vista as definições apresentadas pela NBR 9575, o Quadro 1 apresenta vantagens e desvantagens para a utilização dos materiais estudados.

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens dos sistemas impermeabilizantes estudados

IMPERMEABILIZANTE	Monocamada	Argamassa Polimérica	Cimentos Cristalizantes	Emulsão Asfáltica	Membrana Acrílica
CLASSIFICAÇÃO	Cimentício			Asfáltico	Polimérico
VANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de cronograma de obra e processos; - Redução de custos; - Revestimento final da fachada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidade de aplicação; - Vantagem produtiva; - Resistência a pressões hidrostáticas positivas; - Redução no consumo de tinta em áreas externas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da permeabilidade da água; - Não se decompõe ao longo do tempo; - Melhora a propriedade de autosselagem e resistência química; - Redução da passagem do vapor e da água; - Inexistência de materiais orgânicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidade de aplicação; - Fácil de encontrar no mercado; - Alta aderência e resistência química. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não possuem emendas, se comparado com produtos pré-fabricados; - Execução simples; - Reflete aos raios UV; - Proporciona conforto térmico; - Não amarela com o tempo.
DESVANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade de realizar reparos, sendo geralmente necessária uma nova camada; - Demanda maior atenção quanto a regularização da estrutura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenções periódicas; - Tempo de duração varia de acordo com a execução do serviço. 		<ul style="list-style-type: none"> - Possui baixa resistência mecânica; - Necessidade de aplicação de revestimento; - Possibilidade de aumento de custo. 	

Fonte: Autoria própria (2020).

2.2 TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

O espectro infravermelho foi detectado pela primeira vez em 1800, por Herschel, durante estudos na tentativa de identificar novos filtros com capacidade de reduzir o brilho da imagem do sol nos telescópios (NUNES, 2016). Através de estudos com o embasamento na experiência sobre prisma de Newton, o astrônomo Herschel conseguiu distinguir o funcionamento da absorção, transmissão, refração e reflexão dos raios de luz. Sendo assim, foi capaz de identificar que havia um ponto onde o olho humano não conseguia identificar este efeito térmico, surgindo os comprimentos de onda infravermelho. Em 1840, após o desenvolvimento de seu conhecimento, Herschel foi capaz de captar a primeira imagem térmica em papel por meio do termógrafo (LEONE, 2019).

A difusão do conhecimento sobre o infravermelho ocorreu no período entre 1900 e 1920, sendo utilizado para diversos fins, tais como: detecção de pessoas, barcos, icebergs, até ser explorado pelos exércitos onde foi utilizado nas guerras para auxiliar na identificação de inimigos (LEONE, 2019).

2.2.1 Ensaio de termografia

O ensaio de termografia está referenciado pela norma NBR 16818 - Ensaaios não destrutivos – Termografia Infravermelha – Procedimento para aplicações do método da termografia infravermelha (ABNT, 2020). Este ensaio pode ser considerado de suma relevância ao julgarmos que a variação da temperatura exerce influência sobre a ocorrência de manifestações patológicas em materiais construtivos e de edifícios, sendo que a umidade é um fator acelerador destes tipos de anomalias. Portanto, estudos realizados embasados por este procedimento podem ser fundamentais para o esclarecimento da origem das mesmas (MORESCO *et al*, 2015).

A capacidade do material de emitir radiação (emissividade) irá afetar a qualidade dos termogramas, pois um material definido como “corpo negro perfeito” possui a característica de emitir e absorver radiação por todo comprimento de onda, irradiando assim cores mais quentes que são observadas através das câmeras (LEONE, 2019).

De acordo com Leone (2019), os parâmetros de temperatura, umidade relativa e distância entre objeto e câmera são utilizados para balancear a radiação refletida do objeto, a transmitância, que é fator direto da umidade, e o processo de detecção da radiação por parte da câmera, respectivamente. Observados tais aspectos, é possível prosseguir para a etapa de análises e obtenção de resultados contemplados em pesquisa.

As análises para este método podem ser feitas de dois modos: qualitativa e quantitativa. O modelo de análise quantitativa faz correções dos valores dos ensaios, porém exige que se obtenha

informações quanto à umidade do ar, temperatura ambiente, parâmetros de emissividade e distância à superfície. Já a análise qualitativa capta a temperatura superficial dos materiais, registrando as diferenças de temperatura através da diferença de cores registradas.

2.2.2 Interpretação das imagens termográficas

A variação de cores apresentada nos termogramas representa a variação da temperatura, podendo ocorrer do azul ao vermelho, onde o azul indica temperatura mais baixa enquanto o vermelho indica a temperatura mais alta. Já as cores verde, amarelo e laranja são cores intermediárias que indicam a elevação da temperatura, portanto a interpretação da variação da temperatura (variando em ordem crescente) é dada pela seguinte sequência: azul, verde, amarelo, laranja e vermelho.

Em superfícies que se identificam uniformidade em relação ao revestimento, a análise através da termografia deve exprimir uniformidade de cor, a menos que apresente a ocorrência de anomalias patológicas e consequentemente variação de cores no termograma. A Figura 1 demonstra uma possível infiltração na fachada do edifício, logo abaixo da cobertura no canto superior esquerdo.

Figura 1 – Variação da temperatura observada por possível anomalia patológica



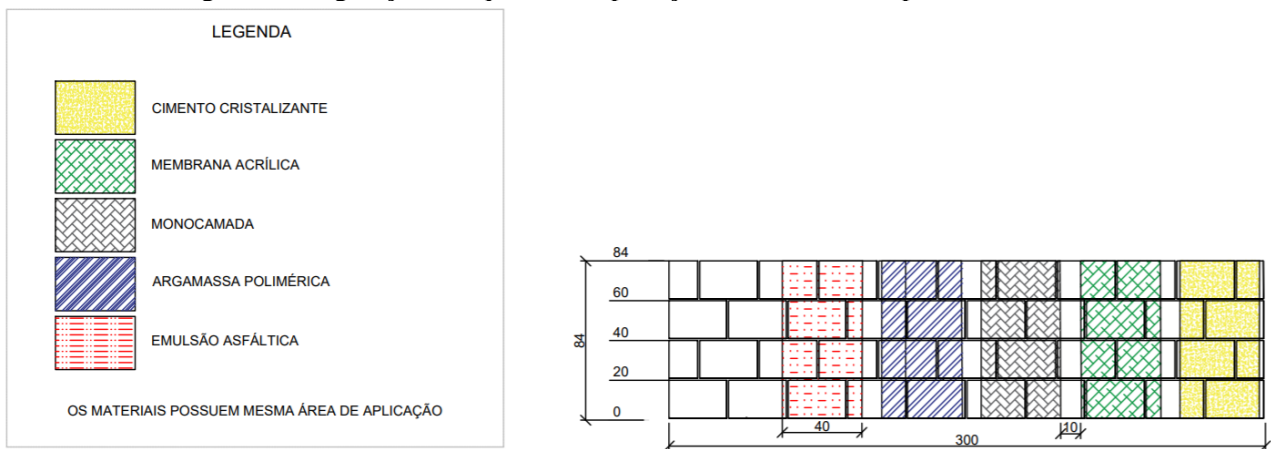
Fonte: Leone (2019).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Tendo em vista o foco para impermeabilização de fachadas, desta forma o ensaio foi efetuado em uma parede de dimensão 300x84 cm e constituída de blocos de dimensões 14x19x29cm e 14x19x14cm. Conforme Figura 2, esta parede será subdividida em seis espaços, de modo que seja possível aplicar cada um dos cinco tipos de impermeabilizantes, em uma área com dimensões de aproximadamente 84x40cm, permitindo uma folga entre os impermeabilizantes de 10 cm na

horizontal, e manter uma área de mesma dimensão para a análise de comportamento da parede sem impermeabilizante.

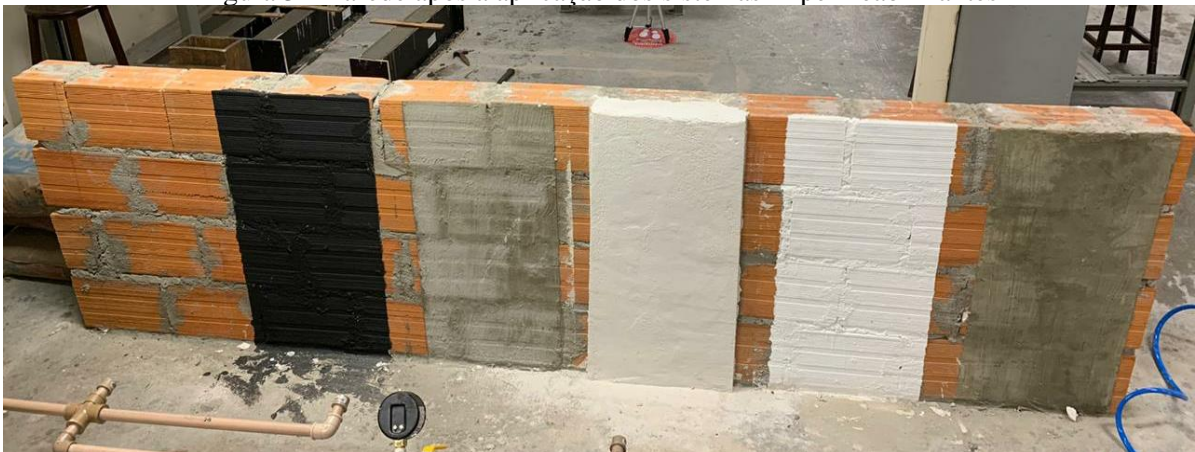
Figura 2 – Paginação e esquema de aplicação dos sistemas impermeabilizantes



Fonte: Autoria própria (2020).

Após a aplicação dos impermeabilizantes e concluído o tempo de espera para a secagem destes produtos, como podemos observar na Figura 3, a parede foi submetida à molhagem, buscando simular uma chuva dirigida. Elaborou-se uma estrutura específica para essa simulação, de modo que a parede fosse molhada uniformemente durante 15, 30 e 60 minutos. As molhagens foram realizadas em diferentes dias. Utilizou-se um manômetro para medir a pressão exercida pelo fluido na superfície, o qual indicou uma pressão inferior a 3bar. As fotos com a câmera termográfica foram realizadas assim que terminada a molhagem e após 15, 30, 45, 60 e 90 minutos.

Figura 3 – Parede após a aplicação dos sistemas impermeabilizantes



Fonte: Autoria própria (2020).

As imagens que apresentaram maiores diferenças quanto à absorção de água foram aquelas tiradas imediatamente após o ciclo de molhagem e com intervalo de 90 minutos após a molhagem, permitindo visualizar o comportamento dos materiais quando expostos a presença de umidade. Para

efeito de conclusão sobre a realização dos ensaios, estas serão as imagens apresentadas para a discussão dos resultados obtidos no presente trabalho.

3.1 CÁLCULO DA DURAÇÃO DOS CICLOS DE MOLHAGEM

Para a determinação do tempo de molhagem foi utilizada a Equação Geral de chuvas intensas elaborada para o Estado de São Paulo, através da relação intensidade-duração-frequência das precipitações, representada pela Equação 1:

$$i = C \times (t + t_0)^{-n} \quad (1)$$

onde:

i: intensidade pluviométrica média máxima para a duração t, em mm/min;

t: duração da chuva em minutos;

C, n, t₀: parâmetros a determinar de acordo com a cidade.

O valor de i foi retirado da NBR 10844 - Instalações Prediais de Águas Pluviais (ABNT, 1989), que retorna um valor de i = 132 mm/h para chuvas intensas na cidade de São Paulo (Congonhas) para um período de retorno T de 5 anos. Para a determinação dos parâmetros foram utilizados os dados apresentados por Wilken (1978), que determina, para a cidade de São Paulo, os valores dos parâmetros para a Equação Geral conforme apresentados no Quadro 2:

Quadro 2 – Parâmetros das Equações do tipo Geral

Local	Autor	Parâmetros das Equações			
		k	m	t ₀	N
São Paulo	Wilken	29,130	0,181	15,000	0,890

Fonte: Autoria própria (2020).

Os valores de C e n variam com o período de retorno T. Para o presente trabalho utilizaremos a Equação 2 para a determinação do valor de C e consideraremos que o valor de n é constante.

$$C = k \times T^m \quad (2)$$

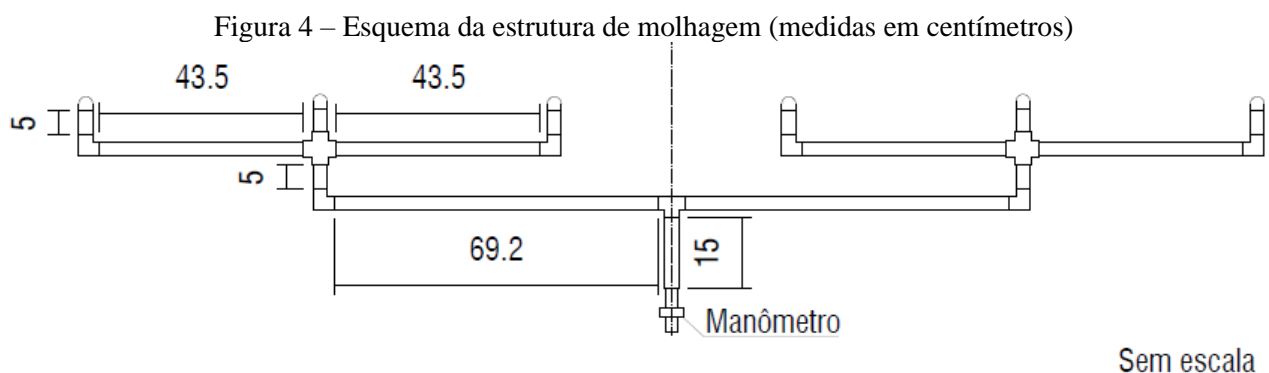
Desta forma, através do resultado obtido de C a partir dos dados presentes na Tabela 1, temos da Equação 1:

$$2,2 = 38,981 \times (t + 15)^{-0,890} = 10,28 \text{ minutos}$$

Através destes cálculos, chegou-se na conclusão de que os ciclos de molhagem para o presente trabalho deveriam ter no mínimo 15 minutos de duração. Desta forma, foi definido que seriam realizados três ciclos de molhagem com tempos distintos, sendo eles 15, 30 e 60 minutos.

3.2 ESTRUTURA PARA SIMULAÇÃO DE CHUVA DIRIGIDA

A estrutura que proporcionou a simulação de chuva dirigida foi projetada de modo que cada divisão da parede fosse molhada de forma similar e uniforme, de maneira que a molhagem em si não fosse uma variável ao comparar os métodos de impermeabilização. Os materiais utilizados foram tubos PVC para água fria com bitola de 20 mm cortados em diferentes medidas, 6 joelhos de 90°, 1 tê, 2 cruzetas, 1 adaptador curto com bolsa e rosca, 6 caps contendo 9 perfurações cada para saída de água, feitas com uma broca de 2 mm de diâmetro (sendo todos os componentes com bitolas condizentes para realizar os encaixes), adesivo plástico específico para PVC, fita veda rosca, 1 manômetro analógico de baixa pressão, 1 válvula registro de metal, 1 tê de metal, 1 mangueira e blocos de concreto. A estrutura foi feita de modo que cada um dos pontos de saída de água fosse dirigido para o centro da área na qual o impermeabilizante foi aplicado, na Figura 4 está representada uma planta da estrutura com suas respectivas medidas e peças.



Fonte: Autoria própria (2020).

A estrutura representada pela imagem acima possui um único ponto de entrada através de uma mangueira, passando pelo manômetro e chegando aos 6 pontos de saída de água. Todos os encaixes foram fixos com adesivo plástico para PVC e a fita veda rosca foi utilizada em todos os pontos onde era necessário. Para atingir a altura desejada e suporte foram utilizados tubos PVC, tês cortados de modo a apoiar toda a estrutura e blocos de concreto, como é mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Estrutura para simulação de chuva dirigida



Fonte: Autoria própria (2020).

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS BLOCOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO

Foram realizados ensaios nos blocos de concreto, conforme Quadro 3, de acordo com as normas nacionais com o intuito de verificar suas propriedades. A fim de reduzir a dispersão dos resultados dos ensaios foram utilizados blocos de mesmo lote de fabricação com o intuito de que o peso, a coloração, as dimensões e a uniformidade do bloco tenham variedade mínima e não influenciem nos estudos.

Quadro 3 – Ensaio tecnológicos realizados nos blocos de concreto

Ensaio	Norma	Corpos de prova	Nº CP
Ensaio de absorção por capilaridade	ABNT NBR 12118	14x19x29cm	3
Ensaio de resistência à compressão	ABNT NBR 12118	14x19x29cm	6
Ensaio de absorção por imersão	ABNT NBR 9778	14x19x29cm	3

Fonte: Autoria própria (2020).

O ensaio de absorção de água por capilaridade é contemplado pelas normas NBR 9779 (ABNT, 2012) e NBR 12118 (ABNT, 2013), onde para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizada a NBR 12118 (ABNT, 2013). O procedimento consiste em fazer com que a água tenda a se conduzir para os poros permeáveis de determinado corpo poroso com o intuito de preenchê-los e, conforme Quadro 4, os blocos tiveram taxa absorção por capilaridade entre 9,09% e 14,09%.

Quadro 4 – Resultados do ensaio de absorção por capilaridade

Corpo de prova	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	Absorção (%)
1	440	502	14,09
2	440	480	9,09
3	440	480	9,09

Fonte: Autoria própria (2020).

O ensaio de absorção de água por imersão, do índice de vazios e da massa específica é prescrito na norma NBR 9778 (ABNT, 2009) e avalia a estrutura de poros presentes nos blocos, tendo em vista que a porosidade permite a passagem e transporte de água. Conforme Quadro 5, os resultados para este ensaio tiveram pouca variação:

Quadro 5 – Resultados do ensaio de absorção por imersão

Corpo de prova	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	Absorção (%)
4	434	494	13,82
5	432	492	13,89
6	434	492	13,36

Fonte: Autoria própria (2020).

O ensaio de resistência à compressão é atendido pela norma NBR 15270-2 - Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria Parte 2: Métodos de ensaios (ABNT, 2017) e NBR 12118 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaio (ABNT, 2013), porém a critério de desenvolvimento e padronização dos resultados levaremos como base a NBR 12118 (ABNT 2013).

O teste em si relaciona a carga de ruptura e a área bruta (área de seção perpendicular aos eixos dos furos, sem desconto das áreas dos vazios) do corpo de prova quando submetido ao ensaio de compressão axial. Assim, foram utilizadas 6 amostras de blocos, conforme Quadro 6, para definir a resistência à compressão dos blocos.

Quadro 6 – Resultado do ensaio de resistência à compressão dos blocos

Bloco	L (mm)	H (mm)	C (mm)	E _{ext} (mm)	E _{int} (mm)	P (kgf)	fb (MPa)
1	133	188	290	8,00	7,25	8.500	2,16
2	136	187	285	9,60	7,00	2.900	0,73
3	130	187	289	8,40	6,30	8.400	2,19
4	136	190	285	7,00	7,00	2.900	0,73
5	141	188	291	8,70	7,90	4.700	1,12
6	135	188	289	8,70	6,60	4.500	1,13

Fonte: Autoria própria (2020).

A argamassa utilizada para o assentamento dos blocos da parede também foi alvo de análise através do ensaio de resistência à compressão. Foi confeccionada argamassa convencional através do uso de cimento Portland CP-II F32 e areia média lavada com traço de 1:3:0,55, representado em volume de cimento, areia e água, respectivamente.

A partir do traço definido, foram moldados três corpos de prova cilíndricos com 50 mm de diâmetro e, com a argamassa em seu estado endurecido, foi realizado o ensaio de resistência à

compressão para que as propriedades físicas e mecânicas da argamassa fossem analisadas. Os resultados mostraram que o ensaio de resistência à compressão das argamassas resultou em tensões de ruptura entre 9,19 MPa e 13,75 MPa, conforme Quadro 7. De acordo com estas resistências, a argamassa dos três corpos de prova pode ser classificada como classe P6 (resistências maiores que 8,0 MPa, conforme NBR 13281 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos (ABNT, 2005)).

Quadro 7 – Propriedades dos corpos de prova de argamassa

Corpo de prova	Comprimento (mm)	Peso (g)	Carga de Ruptura (tf)	Tensão de Ruptura (MPa)
CP1	97,9	404	2,45	12,48
CP2	94,6	376	2,70	13,75
CP3	96,8	398	1,80	9,19

Fonte: Autoria própria (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para realizar a análise comparativa dos métodos impermeabilizantes de fachada testados, utilizamos as imagens convencionais e imagens termográficas. A análise foi feita a partir do que pôde ser constatado por uma simples análise visual, utilizando-se das fotografias usuais e, posteriormente, as imagens termográficas foram utilizadas levando em consideração a alteração de temperatura que a absorção de água gerou na parede. Logo, foi considerado que houve a absorção de água nos pontos cujas imagens termográficas mostraram diminuição de temperatura em relação ao restante da parede.

Em alguns casos, a absorção de água consegue ser perceptível apenas através das imagens convencionais, porém, com a utilização das imagens termográficas, é possível comprovar de maneira mais explícita as regiões expostas à tal umidade. Além de evidenciar pontos de absorção que não eram visíveis a olho nu, as imagens termográficas possibilitaram até mesmo a análise de sutis variações de temperatura, indicando a existência de umidade em determinadas áreas, e garantindo maior precisão para o estudo.

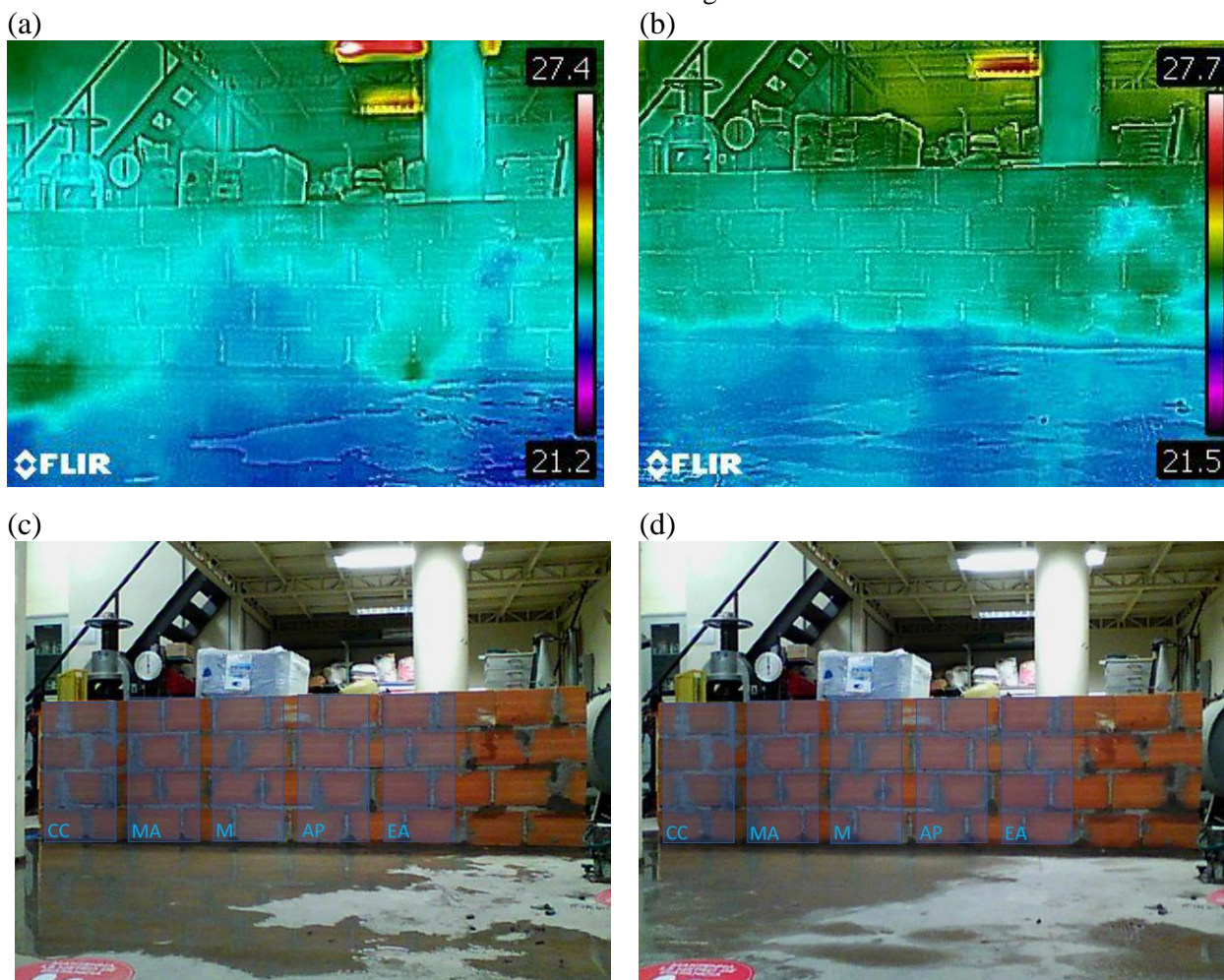
A câmera termográfica foi utilizada no modo de calibração automática, portanto a variação de temperatura mostrada, e conseqüentemente a escala de cores, sofreram alterações entre os ciclos de molhagem dependendo dos referenciais utilizados pela câmera. Isto foi notado no primeiro ciclo de molhagem e, com o objetivo de tentar diminuir tais variações e facilitar a análise dos resultados, foi colocada uma lona plástica atrás da parede. Mesmo com tal tratativa, ainda houve variação na escala de cores entre os ciclos de molhagem, portanto as imagens de cada ciclo tiveram que ser avaliadas individualmente a partir da funcionalidade de cada método impermeabilizante. Deste modo, foi

possível constatar quais impermeabilizantes apresentaram resultados mais satisfatórios em cada ciclo de molhagem e quais permitiram maior absorção de água.

4.1 PRIMEIRO CICLO DE MOLHAGEM

O primeiro ciclo de molhagem, que consistiu em um tempo de molhagem de 15 minutos, resultou em pouca absorção de água pelos blocos da parede. Na Figura 6(c) pode ser observado que, imediatamente após a molhagem, a parcela da parede que representa a área sem aplicação de impermeabilizante teve maior penetração de água que para os demais materiais, principalmente na argamassa de assentamento entre os blocos. Também foi possível notar presença de umidade nas regiões da monocamada e argamassa polimérica, bem como em pontos das áreas destinadas à folga horizontal de 10 cm entre os impermeabilizantes.

Figura 6 – Resultados do primeiro ciclo de molhagem: (a) imagem termográfica imediatamente após o término de molhagem; (b) imagem termográfica 90 minutos após o término de molhagem; (c) imagem convencional imediatamente após o término de molhagem; (d) imagem convencional 90 minutos após o término de molhagem



Fonte: Autoria própria (2020).

Consegue-se notar na Figura 6(d) que, após os 90 minutos desde o término do ciclo de molhagem, houve o aumento gradual das manchas de água nos pontos onde a água havia sido absorvida imediatamente após o término da molhagem. Através da Figura 6(a) é possível analisar que estes pontos estão representados pela cor azul, contrastando com a cor azul ciano, que pode ser vista de maneira mais sutil ao longo de quase toda a parede.

Apesar de não ser possível observar nas imagens convencionais, a Figura 6(a) comprova que houve significativa absorção de água nas áreas com aplicação de monocamada e argamassa polimérica. No entanto, na Figura 6(b) já é possível notar que estas áreas tiveram aumento de temperatura – passando da cor azul para azul ciano – o que nos indica que houve perda de água para o ambiente através da evaporação ao longo dos 90 minutos de análise.

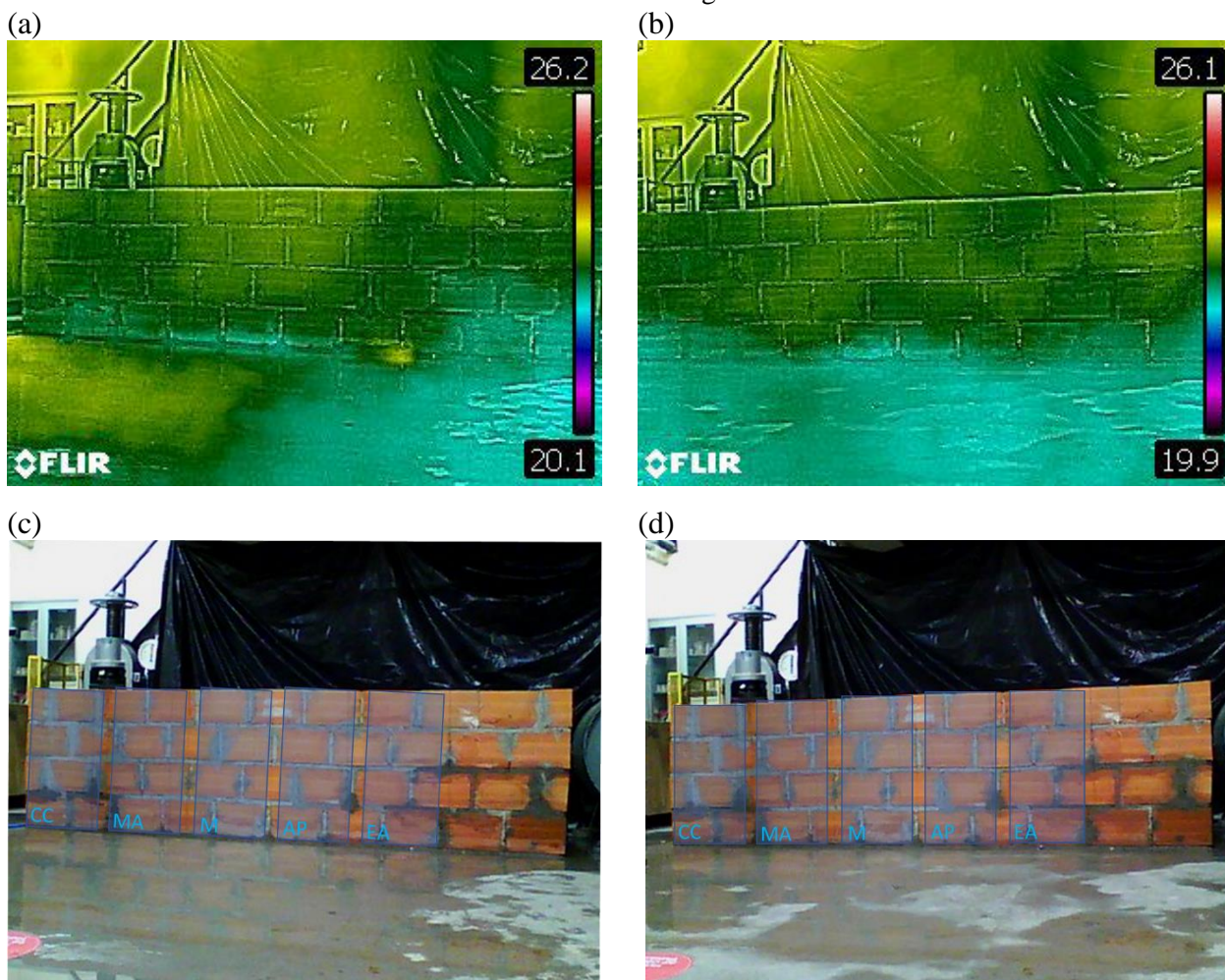
Nota-se também que os blocos da primeira fiada, que estão em contato com o chão molhado pelo processo de molhagem, apresentam coloração azul. Podemos assumir que estes blocos também sofreram maior absorção de água, porém por capilaridade.

Demais áreas permaneceram inalteradas, indicando que para este primeiro ciclo o impermeabilizante com pior desempenho foi a emulsão asfáltica.

4.2 SEGUNDO CICLO DE MOLHAGEM

O segundo ciclo de molhagem, que consistiu em um tempo de molhagem equivalente a 30 minutos, teve maior absorção de água nos blocos se comparada com o primeiro ciclo de molhagem. Novamente, a área que possuiu maior absorção foi aquela sem aplicação de impermeabilizante, bem como os trechos de folga horizontal entre os produtos. No entanto, nesta molhagem foi possível perceber maior absorção de água nas áreas em que foram aplicados a emulsão asfáltica, cimento cristalizante e membrana acrílica, sendo estes os impermeabilizantes com maior absorção de água (ordenados de modo decrescente), como podemos ver na Figura 7(c).

Figura 7 – Resultados do segundo ciclo de molhagem: (a) imagem termográfica imediatamente após o término de molhagem; (b) imagem termográfica 90 minutos após o término de molhagem; (c) imagem convencional imediatamente após o término de molhagem; (d) imagem convencional 90 minutos após o término de molhagem



Fonte: Autoria própria (2020).

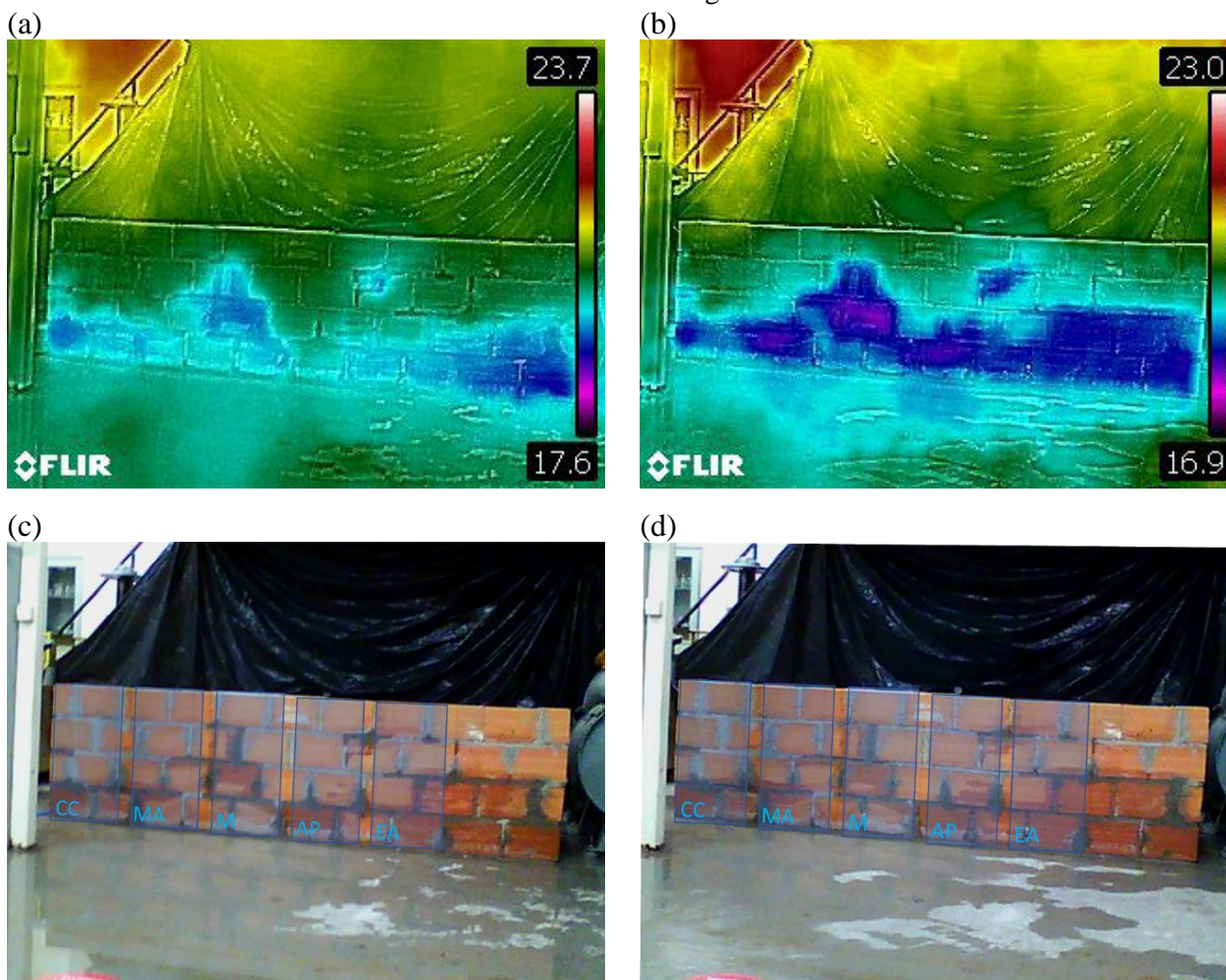
Através da análise das imagens termográficas, podemos perceber a presença da coloração azul ciano em certos pontos da primeira fiada da parede (indicativo de absorção de água por capilaridade), bem como nos pontos onde houve absorção de água na área sem aplicação de impermeabilizante.

Assim como no primeiro ciclo de molhagem, consegue-se notar uma alteração sutil de coloração ao longo de toda a parede: na Figura 7(a) é possível perceber a presença da cor verde escuro predominantemente nas áreas onde foram aplicados a emulsão asfáltica, cimento cristalizante e membrana acrílica. Nota-se na Figura 7(b) o deslocamento desta coloração principalmente na área onde houve aplicação de emulsão asfáltica, através de uma leve alteração de verde escuro para verde claro entre a segunda e terceira fiadas da parede e o aumento de coloração azul ciano na primeira fiada por toda a extensão da parede. Esta alteração na coloração indica que houve uma diminuição de temperatura nestas áreas e, portanto, maior absorção de água.

4.3 TERCEIRO CICLO DE MOLHAGEM

O terceiro ciclo de molhagem, com tempo de molhagem equivalente a 60 minutos, teve resultados bastante expressivos tanto para as imagens convencionais quanto para as imagens termográficas. Nesta molhagem ocorreu a absorção de água por praticamente toda a extensão da parede e, portanto, em todas as áreas com aplicação de impermeabilizante, porém, assim como nas duas molhagens anteriores, a área com maior absorção de água foi a área sem aplicação de impermeabilizante seguida da área com aplicação do monocamada, como podemos analisar na Figura 8(c).

Figura 8 – Resultados do terceiro ciclo de molhagem: (a) imagem termográfica imediatamente após o término de molhagem; (b) imagem termográfica 90 minutos após o término de molhagem; (c) imagem convencional imediatamente após o término de molhagem; (d) imagem convencional 90 minutos após o término de molhagem



Fonte: Autoria própria (2020).

Nesta molhagem houve também maior absorção de água nos blocos presentes na terceira fiada, fato que praticamente não ocorreu nas duas molhagens anteriores e que pode ser percebido nas áreas com aplicação de monocamada e argamassa polimérica.

Apesar de não haver mudanças bruscas entre as imagens convencionais, as imagens termográficas são bastante conclusivas sobre a performance dos impermeabilizantes. Pela Figura 8(b) é possível analisar que houve penetração gradual de água ao longo dos 90 minutos após o término da molhagem: a parede, que antes possuía coloração azul ciano na áreas que apresentaram absorção de água, teve esta área expandida e conseqüente alteração da coloração para azul escuro, indicativo de maior umidade se comparada à Figura 8(a). Neste ciclo de molhagem, o impermeabilizante que possibilitou maiores níveis absorção de água foi a monocamada, como podemos perceber pela diminuição significativa de temperatura representadas pelas áreas de cores azul escuro e roxo.

Pode-se notar também na Figura 8(b) que a área imediatamente em contato com o chão teve alteração de uma coloração verde claro para azul ciano, o que indica que houve absorção de água por capilaridade, porém em níveis menores ao que foi absorvido pela molhagem direta nos demais blocos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos nas fotografias e as análises feitas no tópico anterior, pode-se observar que os métodos impermeabilizantes aplicados reagiram de maneiras distintas aos ciclos de molhagem, sendo possível constatar quais apresentaram melhor funcionamento ao impedir a passagem de água e quais se mostraram menos eficazes para impermeabilizar fachadas a partir da metodologia aplicada, Quadro 8 apresenta estas conclusões.

Quadro 8 – Análise comparativa dos resultados obtidos no estudo

Ciclo de Molhagem	Duração (min)	Piores Resultados	Melhores Resultados
Primeiro	15	Monocamada e argamassa polimérica	Cimento cristalizante, membrana acrílica e emulsão asfáltica
Segundo	30	Cimento cristalizante, membrana acrílica e emulsão asfáltica	Monocamada e argamassa polimérica
Terceiro	60	Monocamada e argamassa polimérica	Cimento cristalizante, membrana acrílica e emulsão asfáltica

Fonte: Autoria própria (2020).

Os impermeabilizantes que se mostraram menos eficientes no impedimento da absorção de água pelos blocos que compunham a parede foram a monocamada e a argamassa polimérica, uma vez que mesmo durante o ciclo de molhagem com menor tempo (15 minutos), já foi possível notar a absorção de água exclusivamente na área que eles deveriam impermeabilizar e na área sem qualquer tipo de impermeabilizante. No segundo ciclo de molhagem, de 30 minutos de duração, foi possível observar que o cimento cristalizante, a membrana acrílica e a emulsão asfáltica não obtiveram boa performance, portanto esses dois métodos também se mostraram menos efetivos. Por fim, no último ciclo de molhagem, com 60 minutos de duração, houve absorção de água em toda a extensão da

parede, entretanto é notável que a área onde aplicou-se a monocamada foi a mais afetada pela presença de água, seguida pela região onde se encontrava a argamassa polimérica.

Portanto, de acordo com o trabalho desenvolvido, os métodos impermeabilizantes que se mostraram menos eficientes foram a monocamada e a argamassa polimérica, respectivamente. A membrana acrílica, o cimento cristalizante e a emulsão asfáltica também permitiram a passagem de umidade, porém foram os métodos impermeabilizantes que surtiram melhor efeito e conseguiram impedir a absorção de água de maneira mais efetiva em comparação com os demais impermeabilizantes testados.

Durante o projeto, houve fatores que podem ter influenciado de maneira negativa na assertividade dos resultados obtidos, como a baixa pressão com a qual a água atingia a parede durante os ciclos de molhagem e o empoçamento de água na base da parede, o que permitiu que houvesse absorção por capilaridade de água advinda das poças de água formadas no chão durante a molhagem e, conseqüentemente, nos deu resultados menos precisos, pois a umidade proveniente dessa fonte não teve contato com nenhum dos impermeabilizantes e alterou as imagens captadas pela câmera termográfica.

Para futuras pesquisas sobre temas relacionados ao projeto, as principais sugestões são aumentar a pressão de água durante os ciclos de molhagem, para que a simulação de uma chuva com ventos atingindo uma fachada seja mais similar a realidade; criação de algum tipo de sistema que impeça o empoçamento de água na base da parede, visando evitar absorção por capilaridade proveniente destas poças; impermeabilização da face superior da parede, de modo que durante a molhagem a água que possivelmente vier a atingir o topo da parede não seja absorvida diretamente pelos blocos; aplicação de revestimento sobre os impermeabilizantes, pois deste modo seria possível analisar como os sistemas de impermeabilização reagiriam em uma situação real com uma fachada finalizada; alterar o modo de calibração automática da câmera termográfica, uma vez que durante os ciclos de molhagem os referenciais de temperatura podem mudar e, conseqüentemente, variar as escalas de cores mostradas nas fotografias, o que tornar a comparação entre as fotos menos visual e intuitiva; criação de uma estrutura de captação de água, com o objetivo de reutilizar a água gasta durante os ciclos de molhagem e evitar seu desperdício.

REFERÊNCIAS

ALPES, Eduardo Teixeira de Araujo. **INFLUÊNCIA DOS ADITIVOS CRISTALIZANTES NA IMPERMEABILIZAÇÃO DO CONCRETO COM A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DA REGIÃO DE GOIÂNIA**. 2019. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações Prediais de Águas Pluviais. Rio de Janeiro, 1989. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12118**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - métodos de ensaio. 6 ed. São Paulo: ABNT, 2013. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-2**: Componentes cerâmicos — Blocos e tijolos para alvenaria Parte 2: Métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisitos. 5 ed. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9229**: Mantas de butil para impermeabilização. Rio de Janeiro, 1986. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574**: Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: Impermeabilização - seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9690**: Impermeabilização – Mantas de Cloreto de Polivinila (PVC). Rio de Janeiro, 2007. 6 p.

ÁVILA, Pierre de. **IMPERMEABILIZAÇÃO DE ALVENARIAS**. 2013. 27 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2013.

BARBOSA, Rafael Madeira Estevam. **PATOLOGIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO DE EDIFICAÇÕES: ASPÉCTOS TÉCNICOS E METODOLÓGICOS**. 2018. 122 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

BASTOS, Luís Filipe Barros Fernandes. **Análise Comparativa de Sistemas de Impermeabilização**. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2014.

CARVALHO JÚNIOR, Klesio de; FREITAS, Matheus do Carmo. **ESTUDO DOS IMPERMEABILIZANTES RÍGIDOS PARA CONCRETO**. 2018. 55 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Unievangélica, Anápolis, 2018.

CARVALHO, Jéssyca Corrêa. **ESTUDO COMPARATIVO ENTRE FACHADAS EM ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO REVESTIDAS COM ARGAMASSA E FACHADAS EXECUTADAS COM PLACAS CIMENTÍCIAS**. 2015. 100 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

CHAVES, Ana Margarida Vaz Alves. **Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas**. 2009. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Minho, 2009.

COLOMBO, Eduardo Nuernberg et al. **AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DO CONCRETO COM IMPERMEABILIZANTES FLEXÍVEIS DE PINTURA SUBMETIDOS A VARIAÇÃO TÉRMICA**. 2017. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2017.

CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS, 11., 2015, Rio Grande do Sul. **Termografia infravermelha na detecção de manifestações patológicas em fachadas com revestimento argamassado**. Rio Grande do Sul/RS: Associação Brasileira de Patologia das Construções, 2015.

FERREIRA, Dayanne Christinne Braga. **Diretrizes para Elaboração do Projeto de Impermeabilização**. 2018. 103 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

FIBERSALS (Rio Grande do Sul). **Impermeabilização com emulsão asfáltica**. Disponível em: <https://fibersals.com.br/blog/impermeabilizacao-com-emulsao-asfaltica/>. Acesso em: 10 abr. 2020.

FIBERSALS (Rio Grande do Sul). **Tudo sobre impermeabilização com argamassa polimérica**. Disponível em: <https://fibersals.com.br/blog/impermeabilizacao-com-argamassa-polimerica/>. Acesso em: 13 jun. 2020.

HADDAD, Michel. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 15., 2018, São Paulo. **REVITALIZAÇÃO DE COBERTURAS EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS COM SISTEMA DE MANTAS SINTÉTICAS FLUTUANTES**. São Paulo: Instituto de Impermeabilização, 2018. 16 p.

HERRMANN, Thiana Dias. **Avaliação do desempenho à estanqueidade à água de diferentes revestimentos para a recuperação de uma fachada degradada**. 2017. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2017.

JACOB, T.; HERMANN, K. **Protección de las superficies de concreto: Impregnaciones hidrófobas**. *Construcción y Tecnología*, p. 18-23, março, 1998.

JUNQUEIRA, Gabriel Garcia. **AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DO ENSAIO TECNOLÓGICO NÃO DESTRUTIVO DE ESCLEROMETRIA COM A UTILIZAÇÃO DE CORPOS DE PROVA MOLDADOS EM LABORATÓRIO**. 2018. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Tecnologia e Ciências Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2018.

LEONE, Camila. **Estudo de Manifestações Patológicas Através da utilização de câmera termográfica em edifícios na cidade de São Paulo**. 2019. 93 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2019.

LUCIANO, Ricardo William Santos. **VALIDAÇÃO DE UM PROCEDIMENTO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE JUNTAS DE FACHADAS PRÉ-FABRICADAS**. 2019. 37 f.

TCC (Graduação) - Curso de Engenharia, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos com proteção superficial frente à ação de íons cloretos.** 2008. 156 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MIRANDA, Pedro. AECweb. **Impermeabilização por cristalização é ideal para estruturas enterradas.** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/impermeabilizacao-por-cristalizacao-e-ideal-para-estruturas-enterradas/17156>. Acesso em: 25 de jun. de 2020.

MORESCO, J.; BORDIN, F.; VERONEZ, M. R.; KULAKOWSKI, M. P.. Termografia infravermelha na detecção de manifestações patológicas em fachadas com revestimento argamassado. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS, 11., 2015, Rio Grande do Sul. **Anais [...]**. Rio Grande do Sul: Cinpar, 2015. v. 11, p. 1-13.

MÜLLER, Anderson Augusto. **Avaliação de propriedades e fatores que regem as variações de cor do revestimento decorativo monocamada.** 2013. 120 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

NUNES, Fabiola Martins Mesquita Pereira. **Identificação de patologias em revestimentos cerâmicos de fachadas por meio da termografia.** 2016. 111 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

OLIVEIRA, José Manuel Pereira de. **ESTUDO DA DURABILIDADE E EFICÁCIA DA AÇÃO DE REPELENTES DE ÁGUA EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS RECENTES.** 2013. 174 f. Dissertação (Mestrado em Construções) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2013.

OLIVEIRA, Karen Emily Carvalho. **ESTUDO COMPARATIVO DE DESEMPENHO MECÂNICO E TÉRMICO ENTRE BLOCO CERÂMICO E BLOCO DE CONCRETO.** 2019. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2019.

OLIVEIRA, Michel Vinicius Takahashi de. **Avaliação das causas e consequências das patologias dos sistemas impermeabilizantes - um estudo de caso.** 2015. 78 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Guaratinguetá - São Paulo, 2015.

PENTEADO, Priscilla Troib; MARINHO, Raquele Cruz. **ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO E PRODUTIVIDADE DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS:** alvenaria de solo-cimento, alvenaria com blocos cerâmicos e alvenaria estrutural com blocos de concreto na construção de uma residência popular. 2011. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

RIGHI, Geovane Venturini. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções - análise de casos.** 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.

RODRIGUES, João Paulo Philippi; MENDES, Murilo Machado. **Patologias ocorridas por infiltrações relacionadas com a impermeabilização e métodos de correção**. 2017. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.

RODRIGUES, Lincoln Vilela Machado. **SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO: CAUSAS, TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO E MÉTODOS DE APLICAÇÃO**. 2018. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Fundação Educacional de Ituverava, Ituverava, 2018.

SANTANA, Bruna Vieira de; ALEIXO, Isabella Venâncio. **AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO POR CAPILARIDADE DE ARGAMASSAS PARA REVESTIMENTO COM DIFERENTES ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES**. 2017. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

SAYEGH, S. **Cimentos e polímeros contra a umidade**. Técnica, São Paulo, 42-44 ed., 2001.
SINAT. **Diretriz N° 006: Argamassa inorgânica decorativa para revestimento monocamada**. Diretrizes Para Avaliação Técnica de Produtos. Brasília, 2016.

SOARES, Felipe Flores. **A IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2014. 127 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

VERÇOZA, Enio Jose. **Materiais de Construção**. Porto Alegre/RS: ED. Sagra, 1982.
WEBER QUARTZOLIT. **Monocapa classic quartzolit**. Jandira/SP: Saint-Gobain, 2016.

AGRADECIMENTOS

Com a finalização deste trabalho, gostaríamos de agradecer aos funcionários do laboratório de Materiais de Construção da Universidade Mackenzie, José Adão Alves e Renato Glauber Cândido Prates, por nos auxiliarem em todos os ensaios que realizamos nas dependências da faculdade, toda a ajuda foi de suma importância para a conclusão do projeto. Agradecemos também ao Grupo Barone, especialmente ao André Cintra, que cedeu todos os materiais impermeabilizantes que necessitávamos e que também nos ajudou com questionamentos pertinentes e ideias que nos auxiliaram durante o desenvolvimento do nosso estudo.

Por fim, agradecemos aos nossos familiares e colegas de curso, que acompanharam a nossa jornada desde o início da faculdade, por terem nos ajudado a alcançar nosso objetivo e feito dos nossos dias mais alegres.