Análise comparativa dos custos do tratamento das manifestações patológicas por infiltrações durante a execução da obra e depois de sua conclusão



Dedabrio Cristian Fedrigo[1]; Fabio Volpato[1]; Leomar De Araújo Rangel[i]; Wesllen Luis Raksa[1]; Paulo Eduardo de Melo Paris[2]

[1] Engenheiro Civil - Centro Universitário UNIFACEAR, [2] Doutorando em Engenharia – PUC PR

RESUMO

Este estudo aborda a manifestação patológica por infiltração, a partir dos conceitos de patologias na construção civil, detalhando especificamente as infiltrações. Também aborda os métodos de prevenção e os custos envolvidos no processo de impermeabilização, com o objetivo de elaborar uma análise comparativa do impacto financeiro da realização da impermeabilização em cada fase de projeto e em obras concluídas. A metodologia deste trabalho baseou-se em estudo de caso em duas obras em andamento e duas obras concluídas na cidade de Curitiba, no Estado do Paraná, reunindo informações sobre o custo do processo de impermeabilização por metro quadrado, baseado no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI. Após o levantamento dos materiais e mão de obra da impermeabilização em cada obra, foram realizadas as análises do custo por metro quadrado para cada etapa. Concluiu-se que a impermeabilização em construções já concluídas possui o valor em torno de 30% maior que quando é realizada como etapa do projeto. Esse dado mostra que o ideal é realizá-la na execução do projeto e de forma correta, evitando prejuízos para os proprietários e para a empresa responsável pela construção.

Palavras-chave: Manifestação Patológica, Impermeabilização, Custos.

ABSTRACT

This study addresses the pathological manifestation due to infiltration, based on the concepts of pathology in construction, specifically detailing infiltrations. We also address the prevention methods and costs involved in the waterproofing process, with the aim of preparing a comparative analysis of the financial impact of carrying out waterproofing in each project phase and in completed works. The methodology of this work is based on a case study of two works in progress and two completed works in the city of Curitiba, in the State of Paraná, gathering information on the cost of the waterproofing process per square meter, based on the National Cost Research System and Civil Construction Indexes – SINAPI. After surveying the waterproofing materials and labor in each project, analyzes of the cost per square meter were carried out for each stage. It was concluded that waterproofing in already completed buildings has a value of around 30% higher than when it is carried out as a stage of the project. This data shows that the ideal is to carry out the project correctly, avoiding losses for the owners and the company responsible for the construction.

Keys words: Construction pathologies, Waterproofing, Costs.

1. INTRODUÇÃO

A aquisição de um imóvel passa pela questão do investimento e da realização pessoal do proprietário, sendo, necessário avaliar a melhor maneira de realizar a manutenção dele, tanto de maneira preventiva como de maneira corretiva, visando satisfazer o cliente e reduzir os custos da construtora. (GUIMARÃES, 2019).

De acordo com Oliveira (2013), houve um aumento nas últimas décadas de reclamações nas relações de consumo, essa mudança no comportamento do consumidor, elevou os níveis de exigência em termos de qualidade.

Nesse sentido, a construção civil também foi impactada, pois, falhas na construção geram custos e diminuem a credibilidade da empresa responsável pelo projeto, sendo necessário atentar-se para todas as etapas da obra para manter o padrão de qualidade. E a etapa de impermeabilização torna-se uma fase importante da construção, visto que, através dela o empreendimento fica protegido das patologias por infiltrações, assegurando maior durabilidade e conforto aos moradores. (JUNIOR *et al,* 2018).

Assim, combater as infiltrações é uma das maiores preocupações, principalmente antes de seu aparecimento, uma vez que é um problema muito difícil de ser corrigido, por isso, a impermeabilização não deve ser negligenciada, pois a falta de informação, de capacidade técnica, falta de planejamento do projeto e até mesmo a falta de recursos financeiros, podem gerar futuras infiltrações. (GUIMARÃES, 2019).

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho consiste em elaborar uma análise comparativa do impacto financeiro da realização da impermeabilização, durante a execução e após a conclusão da obra.

Com o intuito de atender o objetivo geral deste estudo, faz-se necessário que se cumpram as etapas a seguir, denominados como objetivos específicos:

a) Levantar o custo do processo de impermeabilização durante a execução da obra;

b) Apurar o custo do processo de impermeabilização após a execução da obra;

c) Analisar os resultados levantados;

d) Realizar a análise comparativa dos custos de impermeabilização nas diferentes etapas da obra.

1.2 Conceito de patologias na construção civil

Segundo a Norma Brasileira 15575 (ABNT, 2013), a patologia construtiva pode ser definida como a não conformidade que se manifesta no produto, em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção bem como problemas que decorrem do desgaste natural.

Conforme Do Carmo (2003), a ciência da patologia das construções, pode ser definida como o ramo da engenharia que estuda as manifestações e motivos dos vícios construtivos, que ocorrem na construção de edificações, e a partir disso, evitar que problemas patológicos sejam comuns, principalmente nas novas construções. Para Silva *et al* (2013), esse campo de atuação é onde são gerados os diagnósticos e orientações, visando diminuir os problemas identificados em uma obra devido a falhas de projeto, execução e manutenção.

Segundo Nazario e Zancan (2011), o estudo das patologias nas construções contribui para a qualidade dos processos construtivos, melhorar a qualidade e durabilidade das edificações, evitando surgimento de manifestações patológicas, fornecendo, através de estudos detalhado, informações sobre as causas, possibilitando entender melhor esse fenômeno, bem como tomar as decisões de como conduzir esse tipo de problema.

1.3 Patologias construtivas

Mesmo com os avanços tecnológicos, a construção civil enfrenta diversos problemas referentes as patologias nas edificações industriais, laborais e habitacionais, que acompanham o crescente e acelerado desenvolvimento urbano da sociedade moderna, e incorrendo em pequenas falhas devidas a não fiscalização, e por não serem corrigidas, podem-se tornar graves patologias, como trincas, fissuras, rachaduras, infiltrações, fungos bolor, mofos e corrosão de armaduras em concreto. (BRANDÃO, 2007).

As patologias das construções, estão relacionadas a algum erro cometido em ao menos em uma das fases do projeto, e não acontecem de forma isolada e sem motivo, sendo indispensável, conhecer a origem do problema, e o histórico da construção para identificar em qual etapa gerou-se determinada patologia. (HELENE, 2003).

Nesse sentido, os problemas patológicos surgem com determinadas características, permitindo assim, definir qual a sua natureza, a origem e toda a estrutura envolvida no processo, podendo assim avaliar os prováveis danos. (SILVA *et al*, 2013).

Geralmente, as origens das patologias são decorrentes de erros em alguma das etapas dos processos produtivos, que compreende algumas fases, como planejamento, projeto, aquisição de materiais, período de execução e uso, também chamado de

ocupação, sendo a última a mais prolongada entre as etapas, e que demanda também processos de manutenção e reparo da estrutura. (CHENG, 2014; GUIMARÃES, 2019).

Os problemas patológicos originam-se falhas em qualquer umas das etapas, porém, a manifestação mais comum a serem desenvolvidas no uso e ocupação da estrutura, em alguns casos podem ser identificados já na fase de execução. (MACHADO; ALENCAR, 2019).

Muitas das patologias se manifestam somente na última etapa do projeto ou após a ocupação da obra, sendo, necessário a identificação rápida para que a sua correção ocorra brevemente, garantindo durabilidade e menores custos. (OLIVEIRA, 2013).

De acordo com Gnipper e Mikaldo Jr (2007), os principais causadores de patologias são situações endógenas, ou seja, fatores inerentes a própria construção, onde as falhas originárias de projetos, correspondem a 36% a 49% dos casos, as falhas de execução de 19% a 30%, falhas geradas por materiais de 11% a 25% e de utilização de 9% a 11% do fator gerador das patologias.

Nesse sentido, as patologias construtivas se apresentam de diferentes formas, sendo a principal em instalações hidráulicas, seguidas de problemas de trincas e fissuras com 17% dos casos, deficiências de impermeabilizações representam 8%, patologias relacionadas a esquadrias de alumínio, de madeira e, ainda, em azulejos representam 5% dos problemas, 4% com falhas do piso cerâmico e, por último, instalações elétricas com 3%. (BRANDÃO, 2007; CHENG, 2014).

1.4 Patologias por infiltrações

As patologias por infiltrações são uma das grandes preocupações, principalmente, no sentido de combater essa umidade, até mesmo antes do seu aparecimento, visto que é um problema de difícil solução, devido ao seu poder de penetração, e caso não seja dada a devida importância, por falta de orientação, capacitação de funcionários ou ainda pela falta de recursos financeiros, causa grandes problemas futuros. (GUIMARÃES, 2019).

Essas patologias podem surgir nas diferentes etapas do projeto, no caso da fase da concepção do projeto devido ao dimensionamento inadequado e detalhamento deficiente, na fase de construção no planejamento das atividades, pela falta de capacidade profissional, falta de controle de qualidade, ou ainda pela tentativa de economizar na obra e na fase de utilização pela falta de manutenção. (SUPLICY, 2012).

De acordo com Queruz (2007), as causas de umidade nas edificações são umidade de infiltração, umidade ascensional, umidade por condensação, umidade de obra

e umidade acidental, conforme pode ser observado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

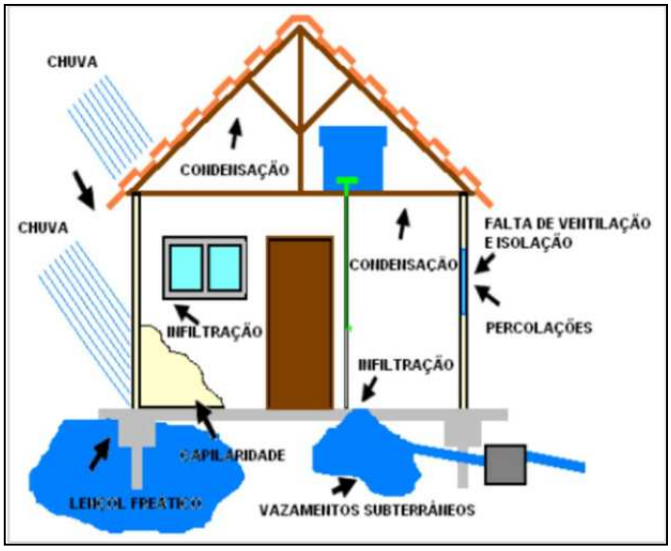


FIGURA 1: TIPOS DE INFILTRAÇÕES E SEUS LOCAIS
FONTE: LAGE (2012)

A umidade por infiltração, passa da área externa pelas trincas, devida a alta capacidade dos materiais absorverem a umidade do ar, ou mesmo por falhas na interface entre elementos construtivos, como planos de paredes e portas ou janelas, geralmente agravada pela chuva e vento. (SUPLICUY, 2012).

Já a umidade ascensional é devido a presença de água do solo, tanto por fenômenos sazonais, devido a umidade dos lençóis freáticos superficiais, manifestando-se nas paredes e pisos. Assim, os vasos capilares fazem com que a água suba entrando em equilíbrio com a força da gravidade e infiltrando o ambiente. (QUERUZ, 2007).

Já a infiltração gerada pela umidade condensada é formada pela presença de umidade no ar e de superfícies na temperatura baixa, ficando em ponto de orvalho, e não sendo absorvida pelo ar a superfície que geralmente são as paredes transpiram. (RIGHI, 2009).

De acordo com Queruz (2007), outro tipo de infiltração é a da umidade de obra, caracterizada pela umidade que ficou interna aos materiais, durante a execução da obra, se exteriorizando após o material entrar em contato com o ambiente.

Já a umidade acidental é originada por falhas nos sistemas de tubulações, como águas pluviais, esgoto e água potável, gerando assim as infiltrações. Comumente, esse tipo de umidade surge em edificações que já possuem um longo tempo, devido presença de materiais com tempo de vida ultrapassado, geralmente que não tiveram manutenção. (RIGHI, 2009).

O QUADRO 1 apresenta as principais causas de infiltrações e os locais que ocorrem.

QUADRO 1 – ORIGEM E LOCAL DAS INFILTRAÇÕES

Origens	**Locais de presença**
Infiltração proveniente da execução da construção	Na confecção do concreto Na confecção da argamassa Na execução de pintura
Infiltração oriunda das chuvas	No telhado Na parede Na laje de terraço
Infiltração ascensional	Na terra, pelo lençol freático
Infiltração acidental	Na parede No telhado No piso No terraço
Infiltração de condensação	Na parede No forro e piso Em peças de pouca ventilação Banheiro Cozinha Garagem

FONTE: ADAPTADA DE KLEIN, 1999.

Conforme Do Carmo (2003), as patologias causadas por umidade podem comprometer toda a estrutura da construção, e as fissuras geradas podem ser classificadas de acordo com a gravidade que se apresentam e suas causas, sendo as mais superficiais chamadas de fissuras, e mais acentuadas de trincas e rachaduras, sendo mais acentuadas e profundas.

Conforme Suplicy (2012), a partir da umidade no empreendimento podem ocorrer outras patologias, como por exemplo, manchas, mofos, eflorescências, deterioração, pois essa umidade propicia o agravamento de degradação da edificação, causando inúmeras consequências, como a diminuição da resistência dos materiais utilizados, surgimento de fungos/mofos.

De acordo com Bauermann (2018), a preocupação com a umidade é antiga e no decorrer do tempo, muitos estudos vêm sendo feitos, porém, esse problema continua sendo comum, afetando a durabilidade da obra e causando desconforto a seus proprietários, sendo fundamental conhecer a causa desse problema para que seja possível atuar em sua prevenção.

1.5 Métodos de prevenção ou correção através da impermeabilização

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010), a impermeabilização é o resultado de um conjunto de componentes e serviços, que tem por objetivo proteger as construções contra ação deterioradora dos fluidos, de vapores e da umidade.

Sendo de fundamental importância na durabilidade do empreendimento, pois os agentes trazidos pela água e os poluentes existentes no ar geram inúmeros prejuízos, estruturais e financeiros de difícil solução, sendo a impermeabilização fundamental para a segurança da edificação e de seus usuários. (SABBATINI *et al,* 2006).

Dessa forma, os principais benefícios da impermeabilização é proteção da estrutura contra a passagem de fluidos, gases entre outros agentes, evitando as corrosões de armaduras, elevando a vida útil do empreendimento, preservando ambiente de quaisquer tipos de umidade, trazendo conforto, protegendo as superfícies do mofo/fungos e manchas (VEDACIT, 2000).

Segundo a NBR 9574 (ABNT, 2008), para a realização do processo de impermeabilização as superfícies devem estar secas, conforme a necessidade do sistema de impermeabilização que será empregado, bem como limpa de óleo, poeira, graxa, restos de construção, solda e outros materiais construtivos.

Conforme Sabbatini *et al* (2006), para a escolha do tipo de impermeabilizante, deve ser levado em consideração fatores como a pressão hidrostática, a recorrência da umidade, exposição aos agentes e as cargas e manutenção sobre a base, assim, o sistema adotado deve atender as diretrizes construtivas, sendo adaptável aos demais projetos, custo compatível a obra e durabilidade do sistema, sendo de obrigação básica do responsável pela obra conhecer os dois principais sistemas de impermeabilização existem sendo tipo rígido e a flexível.

No sistema rígido, os impermeabilizantes têm em sua composição aditivos químicos, responsáveis pela redução da porosidade, a partir da execução de sua fabricação, esse modelo é aplicado na estrutura, mas a sua aplicação não é diretamente em contato com a construção, e assim, as estruturas que possuem trincas não são preenchidas pelo impermeabilizante. (VEDACIT, 2000).

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010), a impermeabilização rígida pode ser definida como composto de produtos ou materiais, que é aplicado em partes da construção que não estão expostas a fissuração, normalmente em lugares com movimentação, exposição solar e vibração, como por exemplo, em poços de elevadores, fundações, paredes de encostas, entre outros, sendo um tipo de impermeabilizantes para cada situação.

Já o sistema flexível, é aquele que a aplicação é realizada na estrutura, entrando em contato com a mesma e preenchendo as possíveis fissuras existentes, sendo um conjunto de produtos ou materiais, aplicado em partes construtivas que estão sujeitas a

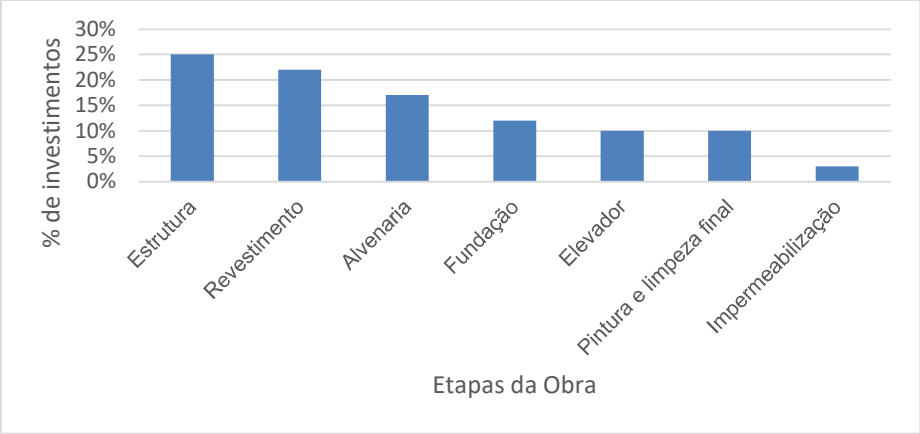
fissuração, nesse caso, a membrana de impermeabilização flexível baseia-se em uma composição, que visa impedir que água geralmente de chuvas possam passar por trincas, tendo a aplicabilidade em locais de movimentação, forte exposição solar, variações térmicas, entre outros. (VEDACIT, 2000).

Assim, para o processo de impermeabilização é necessário um projeto específico, como os demais projetos arquitetônicos, estrutural, das instalações hidráulicas e elétricas, entre outros, sendo, necessário conter nesse projeto o detalhamento do produto que será utilizado, bem como a forma de execução do sistema que atenda a característica da obra. (JUNIOR *et al,* 2018).

1.6 Custos do processo de impermeabilização

De acordo com Righi (2009), o custo para a realização do processo de impermeabilização em uma edificação, representa em torno de 1 a 3% do custo total da obra, o GRÁFICO 1 apresenta essa relação de investimento para cada etapa da obra.

GRÁFICO 1 – PORCENTAGEM DE INVESTIMENTOS NAS EDIFICAÇÕES



FONTE: ADAPTADO DE RIGHI (2009).

Os problemas relacionados a impermeabilização, podem ser encontrados e eliminados ao se planejar já nos primeiros estágios do desenvolvimento da construção, onde o controle da execução da impermeabilização é primordial para o desempenho desse processo. (JUNIOR *et al*, 2018).

É importante que haja a organização dos níveis de intervenção de tratamento, para facilitar o levantamento de custos e demandas tanto dos recursos, quanto do tempo aplicado, para facilitar as decisões técnicas para os reparos (AGUIAR, CABRITA E APPLETON, 2002).

De acordo Bauermann (2018), ao realizar a impermeabilização durante a realização da obra é mais fácil e econômico do que após a obra concluída, gerando menores transtorno aos seus proprietários.

2. DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento deste estudo foi realizada pesquisa bibliográfica, em conjunto com estudo de caso. A pesquisa bibliográfica foi realizada através de consulta em materiais técnicos, em livros, revistas e em publicações acadêmicas.

Já para o estudo de caso foram realizadas as análises nas obras, conforme exposto na sequência. Para diferenciar as obras foram usados os termos “empresa A” para as obras novas e “empresa B” para as obras concluídas (reformas).

2.1 Obras Analisadas

O estudo de caso foi realizado em duas obras em andamento e duas obras concluídas na cidade de Curitiba, no Estado do Paraná, com o objetivo de reunir informações sobre o custo do processo de impermeabilização por m², baseado no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, para as diferentes etapas da obra. Para isso, considerou-se a realização da impermeabilização durante a construção do empreendimento e após a conclusão da obra com o surgimento de movimentação patológica por infiltração.

A empresa A foi fundada em 1999, atuando no ramo da construção civil, mais especificamente em projeto, gerenciamento e execução de obras e conta com aproximadamente 200 funcionários.

Já a empresa B atua no ramo da construção civil focada em edifícios de médio e alto padrão, contando com aproximadamente 150 funcionários.

Assim, os estudos das duas obras em andamento foram nos bairros Santa Felicidade para a empresa A e Água Verde para a empresa B, ambos localizados na cidade de Curitiba, no Estado do Paraná. O processo de impermeabilização avaliado foi em lajes para terraço, sendo do tipo flexível devido a movimentação da superfície impermeabilizada.

A obra em andamento da empresa A, trata-se de uma área com 278 m² e da empresa B de 74,3 m², ambas foram acompanhadas entre os dias 19 de julho a 14 de agosto de 2022.

Já para as obras concluídas, o acompanhamento do processo de refazer a impermeabilização para lajes de terraço, também do tipo flexível, foi no bairro Portão para a empresa A e no Bairro Boa Vista para a empresa B.

A obra concluída da empresa A, trata-se de uma construção com área de 46,55 m² e da empresa B 87,4 m², ambas acompanhadas entre os dias 27 de julho a 21 de agosto de 2022.

2.2 Custos Avaliados

Para as obras em andamento foram avaliados os custos para realização das seguintes etapas:

a) Limpeza da laje;

b) Aplicação de camada de regularização da laje com caída para os ralos;

c) Limpeza da superfície a ser impermeabilizada;

d) Aplicação do *primer* (produto asfáltico indicado para imprimação de superfícies de concreto ou argamassa, obtendo assim melhor colagem de mantas asfálticas na superfície, apresentando secagem rápida e alta aderência) com rolo de pintura ou brocha;

e) Instalação de manta asfáltica (espessura de 3,0 a 4,0mm) com gás, sendo este com botijão P13 ou refil cilíndrico GLP com maçarico portátil;

f) Teste de estanqueidade, (consiste em deixar a laje com bastante água pelo menos três dias);

g) A proteção da impermeabilização.

E os cálculos dos custos das obras concluídas inclui-se as etapas adicionais a seguir:

a) Remoção do revestimento cerâmico já instalado,

b) Remoção do contrapiso;

c) Retirada do material de impermeabilização antigo;

d) Limpeza e descarte dos resíduos (locação de caçamba).

Após o levantamento dessas informações, os dados dos dois cenários foram compilados e analisados utilizando a ferramenta Excel da *Microsoft*®. Baseou-se no custo por m² para cada processo de impermeabilização, ou seja, no processo de construção e após a conclusão da obra.

Para isso, foram levantados os valores de todos os materiais e mão de obra para cada empreendimento analisado e dividido o valor obtido pela metragem total de cada obra, chegando ao valor do custo da impermeabilização por m².

Após a compilação dos dados e construção da análise, foi realizada a discussão dos resultados, sendo apresentados na conclusão final do estudo.

3. RESULTADOS E CONCLUSÃO

Para as obras analisadas durante os meses de julho a agosto, foram separadas em obras novas e obras em andamento e as análises foram realizadas separadamente nessa ordem, com base nos valores de referência da tabela SINAPI. Desse modo, foi possível realizar o levantamento dos custos em cada etapa.

3.1 Obras Em Andamento

As duas obras novas, sendo estas em processos de correta execução na fase de impermeabilização com sistema flexível, material utilizado manta asfáltica 4mm, foram analisadas sendo uma com 278 m² de área para a empresa A e 74,3 m² de área para a empresa B, sendo acompanhado o processo de impermeabilização nas lajes do terraço. Esse processo é composto pelas seguintes etapas: limpeza da área a ser impermeabilizada; seguida da aplicação da camada de regularização da laje com caída para os ralos e, posteriormente, a impermeabilização da superfície.

Após o processo descrito acima foi realizada a aplicação do *primer,* produto asfáltico indicado para imprimação de superfícies de concreto ou argamassa. Para a aplicação do *primer* foi utilizado um rolo de pintura e, em seguida, a instalação da manta asfáltica. Assim obteve-se melhor colagem das mantas asfálticas na superfície, com rápida secagem e alta aderência. Na sequência, foi aplicado o teste de estanqueidade, que consiste em deixar a laje com bastante água por pelo menos três dias. E por fim, foi realizada a proteção da impermeabilização com a aplicação do contrapiso.

Todos os valores referentes aos custos desse processo estão detalhados, conforme TABELA 1. Para descrição de custos considerou-se os custos com materiais, ferramentas e mão de obra para cada etapa.

TABELA 1 – CUSTOS DO PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO OBRAS NOVAS

ETAPAS DA IMPERMEABILIZAÇÃO	**OBRA 278 m²**	**CUSTO M²**	**OBRA 74,3 m²**	**CUSTO M²**
LIMPEZA DA OBRA	R$ 950,00	R$ 3,42	R$ 392,00	R$ 5,28
REGULARIZAÇÃO DA LAJE	R$ 18.164,00	R$ 65,34	R$ 4.659,20	R$ 62,71
LIMPEZA DA ÁREA	R$ 392,00	R$ 1,41	R$ 185,00	R$ 2,49
APLICAÇÃO DO *PRIMER*	R$ 4.224,00	R$ 15,19	R$ 1.223,00	R$ 16,46
INSTALAÇÃO DE MANTA ASFÁLTICA	R$ 22.670,00	R$ 81,55	R$ 6.920,00	R$ 93,14
TESTE DE ESTANQUIEDADE	R$ 761,59	R$ 2,74	R$ 252,97	R$ 3,40
PROTEÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO	R$ 18.164,00	R$ 65,34	R$ 4.659,20	R$ 62,71
TOTAIS	**R$ 65.325,59**	**R$ 234,98**	**R$ 18.291,37**	**R$ 246,18**

FONTE: OS AUTORES (2022).

Pode-se verificar que o custo total por m² referente a obra de 278 m² é de R$ 357,46, já para a obra 74,3 m² é de R$ 348,75 por m². Resultado esse obtido através da divisão do custo total pela metragem da obra analisada.

Para cada uma das obras foram acrescidos os valores de aplicação dos revestimentos. O custo desse processo pode variar devido a escolha dos materiais que serão utilizados. O TABELA 2 apresenta o custo total de cada projeto, incluindo materiais e mão de obra.

TABELA 2 – CUSTO TOTAL DO PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO E REVESTIMENTO

Obras	Impermeabilização	Revestimentos	Valor total	Custo total do m²
Empresa A	R$ 65.325,59	R$ 34.047,00	R$ 99.372,59	R$ 357,46
Empresa B	R$ 18.291,37	R$ 7.621,00	R$ 25.912,37	R$ 348,75

FONTE: OS AUTORES (2022).

3.2 Obras de Concluídas (Reformas)

As duas obras concluídas tratava-se de reformas, especificamente retrabalho, pois estas vieram apresentar problemas na execução, sendo na etapa de impermeabilização flexível com manta asfáltica 4mm e possuem 46,5 m² de área para a empresa A e 87,4 m² de área para a empresa B. Foi analisado o processo de impermeabilização de lajes. A primeira etapa do processo de impermeabilização para obras concluídas trata-se da remoção do revestimento cerâmico já instalado, seguido por limpeza da obra através da remoção dos entulhos, aplicação da camada de regularização da laje com caída para os ralos e, posteriormente, a impermeabilização da superfície.

Após o processo descrito acima foi realizada a aplicação do *primer,* produto asfáltico indicado para imprimação de superfícies de concreto ou argamassa. Para a aplicação do *primer* foi utilizado um rolo de pintura e, em seguida, a instalação da manta asfáltica. Assim obteve-se melhor colagem das mantas asfálticas na superfície, com rápida secagem e alta aderência. Na sequência, foi aplicado o teste de estanqueidade, que consiste em deixar a laje com bastante água por pelo menos três dias. E por fim, foi realizada a proteção da impermeabilização com a aplicação do contrapiso.

Todos os valores referentes a esses custos estão detalhados, conforme TABELA 3, sendo considerados os custos com materiais, ferramentas e mão de obra para cada etapa.

Após o processo de impermeabilização, foram acrescidos os valores de R$7.724,00 da obra da empresa A e R$12.756,15 da obra da empresa B referente ao custo

de revestimento para a finalização da obra. O custo é referente a escolha do material usado no revestimento, conforme TABELA 4.

TABELA 3 – CUSTOS DO PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO OBRAS DE REFORMAS

ETAPAS DA IMPERMEABILIZAÇÃO	OBRA 87,4 m²	CUSTO M²	OBRA 46,5 m²	CUSTO M²
REMOÇÃO DO CONTRAPISO	R$ 10.168,40	R$ 116,34	R$ 2.848,30	R$ 61,25
LIMPEZA DA OBRA	R$ 481,50	R$ 5,51	R$ 251,00	R$ 5,40
REGULARIZAÇÃO DA LAJE	R$ 5.454,28	R$ 62,41	R$ 2.919,20	R$ 62,78
LIMPEZA DA ÁREA A SER IMPERMEABILIZADA	R$ 381,00	R$ 4,36	R$ 196,15	R$ 4,22
APLICAÇÃO DO *PRIMER*	R$ 1.359,20	R$ 15,55	R$ 702,00	R$ 15,10
INSTALAÇÃO DE MANTA ASFÁLTICA	R$ 7.800,00	R$ 89,24	R$ 4.662,00	R$ 100,26
TESTE DE ESTANQUIEDADE	R$ 668,27	R$ 7,65	R$ 495,25	R$ 10,65
PROTEÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO	R$ 5.436,28	R$ 62,20	R$ 2.919,00	R$ 62,77
TOTAIS	**R$ 31.748,93**	**R$ 363,26**	**R$ 14.992,90**	**R$ 322,43**

FONTE: OS AUTORES (2022).

TABELA 4 – CUSTO TOTAL DO PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO E REVESTIMENTO

Obras	Impermeabilização	Revestimentos	Valor total
Empresa A	R$ 14.992,90	R$ 7.724,00	R$ 22.716,90
Empresa B	R$ 31.748,93	R$ 12.756,15	R$ 44.505,08

FONTE: OS AUTORES (2022).

Assim, pode-se verificar que o custo total por m² referente a obra da empresa A foi de R$ 488,54 e para a obra da empresa B foi de R$ 509,21 por m².

3.3 COMPARATIVO

Considerando os resultados encontrados para cada tipo de obra analisada é possível identificar que o processo de impermeabilização em reforma possui uma etapa a mais em relação ao processo de impermeabilização que ocorre durante o andamento da obra. Pode-se considerar que a execução do processo de impermeabilização como parte do projeto da construção da obra é a etapa correta, pois viabiliza melhor custo-benefício a construtora e garante a prevenção de futuras manifestações patológicas. Na TABELA 5 apresenta o comparativo do valor por m², obtido através do custo total da impermeabilização de cada uma das obras divido pela sua metragem.

TABELA 5 – COMPARAÇÃO DAS OBRAS POR M²

OBRA NOVA	OBRA DE REFORMA

R$ 234,98	R$ 322,43
R$ 246,18	R$ 363,26

FONTE: OS AUTORES (2022).

Constatou-se que as obras novas apresentaram menores custos quando comparadas às obras em reformas. O valor final do m² é aproximadamente 30% mais caro no processo de reforma, devido ao retrabalho gerado envolvendo toda uma etapa de remoção do revestimento, contrapiso e limpeza. Além disso, precisa-se considerar a necessidade de mão de obra especializada para execução do processo de impermeabilização.

Nesse sentido, é possível identificar que os valores apresentados nas etapas de limpeza, regularização da obra, aplicação de *primer,* aplicação da manta asfáltica, testes e proteção da impermeabilização não geram alteração significativa no custo por m² da obra em andamento em comparação com a reforma, sendo considerado nesse valor o custo da mão de obra.

4. CONCLUSÃO

Nas análises realizadas foi possível identificar que nos casos de correção ou, até mesmo, de execução de uma impermeabilização após a conclusão da obra, gerou uma etapa a mais no processo: a remoção do revestimento, contrapiso e limpeza.

Dessa forma, após o levantamento e análise de todos os custos para cada um dos casos e das etapas de impermeabilização, foi possível identificar que o processo que ocorre após a conclusão da obra tem o custo por m² maior, em relação a obras que estão em andamento ficando em torno de 30% mais caro. Dos casos analisados, foi possível verificar que nas obras em andamento o valor médio do m² é de R$ 234,98 e R$ 246,18, e para as obras de reforma o valor do m² ficou em R$ 322,43 e R$ 363,26.

Conclui-se que o processo de impermeabilização que não ocorre no momento e da forma correta durante a execução da obra gera um custo maior para realizar a correção. Sem considerar, os transtornos causados para o proprietário e para a construtora.

De modo geral, o ideal é que o processo de impermeabilização seja realizado na etapa de execução do projeto corretamente, evitando prejuízos tanto para as pessoas que habitam o local, quanto para a estrutura física do ambiente e para a empresa responsável pela construção. Estudos nesta área tornam-se de extrema importância, visto que apresentam dados e informações que possibilitam melhor compreensão das manifestações patológicas e seus impactos na execução de uma obra.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. CABRITA, A. M. APPLETON, J. **Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais**. Lisboa - Portugal: LNEC.2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT **NBR 9574**: Impermeabilização - Execução. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9575**: Impermeabilização - Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2010.

BAUERMANN, C. **Patologias provocadas por umidade em edificações**, 2018. 50f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Goiás, 2018.

BRANDÃO, R. M. L. **Levantamento das manifestações patológicas nas edificações, com até cinco anos de idade, executadas no Estado de Goiás**. 2007. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

CHENG, Y. M. An. **Exploration Into Cost-Influencing Factors on Construction** Projects. International Journal of Project Management, v. 32, n. 5, p. 850-860, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786313001348>. Acesso em: 21 de março de 2022.

DO CARMO, P. O. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

EQUIMACON. **Umidade - causas e soluções.** 2020. Disponível em: <https://www.equimacon.com.br/post/umidade-causas-e-solu%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em 9 de março de 2022.

GNIPPER, S. F.; MIKALDO JR. J. **Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulicos sanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto**. Curitiba, 2007. Disponível em: Acesso em: 08 de abril de 2015.

GUIMARÃES, E. C. **Análise de custos de processos judiciais devido a patologias**. Monografia de Especialização em Gerenciamento de Obras - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/19178/1/CT_GEOB_XXV_2019_09.pdf>. Acesso em 19 de março de 2022.

JUNIOR *et al.* **Impermeabilização das edificações patologias e correções.** 2018. Disponível em: <https://www.unifimes.edu.br/ojs/index.php/coloquio/article/view/377/455>. Acesso 27 de abril de 2022.

KLEIN, D. L. **Apostila do Curso de Patologia das Construções.** Porto Alegre, 1999 - 10° Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.

MACHADO, K. M.; ALENCAR, E. A. B. de. **Levantamento de patologia causadas por umidade nas edificações na cidade de Manaus – AM.** Centro Universitário do Norte –UNINORTE Laureate International Universities, Amazonas, 2019. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_1_8.pdf>. Acesso em 09 de março de 2022.

OLIVEIRA, D. F. **O Conceito de Qualidade Aliado às Patologias na Construção Civil**. Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2013. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893.pdf>. Acesso em 20 março 2022.

PONTES, B. R. **Patologias de infiltrações em unidades habitacionais: estudo de caso em residências no município de Anápolis-Goiás**. TCC, Curso de Engenharia Civil, Universidade Evangélica, 2018. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/70/1/2018_1_TCC_Bianca%20Roriz%20Pontes.pdf>. Acesso em 11 de março de 2022.

QUERUZ, F. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga**. Santa Maria: UFSM, 2007. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

RIGHI, G. V. **Estudos dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2009.

RODRIGUES, R.M. et al. **Erros, diagnósticos e soluções de Impermeabilização na construção civil**. Interscientia, v.4, nº2, 2016. Disponível em <file:///C:/Users/gucal/Downloads/513-Texto%20do%20artigo-1537-2-10-20171124%20(1).pdf>. Acesso em 09 de março de 2022.

SABBATINI, et al. **Impermeabilização: sistema e execução**. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://pcc2436.pcc.usp.br>. Acesso em 16 de abril de 2022.

SUPLICY, G. F. da S. **Patologias causadas pela umidade nas edificações**. Monografia de Graduação – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012.

VEDACIT. **Manual técnico de impermeabilização de estruturas.** 7° Edição, 2000. Disponível em: <https://www.vedacit.com.br/content/dam/vedacit/pdfs/catalogos/b2b/Manual-Tecnico.pdf.coredownload.inline.pdf >. Acesso em 24 de setembro de 2017.